北海道農業試驗場彙報

第 63 號

昭 和 27 年 3 月

RESEARCH BULLETIN

OF THE

HOKKAIDO NATIONAL AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

No. 63

March, 1952

Published by

The Hokkaido National Agricultural Experiment Station

Kotoni, Sapporo, Japan

北 海 道 農 業 試 驗 場

札 幌 郡 琴 似 町

目　　次

CONTENTS

イネのタペート細胞異常の組織學的研究
I. 乾燥處理によつて起るイネタペート細胞の異常[+]

島　崎　佳　郎*

HISTOLOGICAL STUDIES ON THE ABNORMALITY OF TAPETAL CELL OF RICE-PLANT. I. ABNORMALITY OF TAPETAL CELL CAUSED BY THE ARTIFICIAL DROUGHT

By Yoshiro SHIMAZAKI

1. 緒　　言

イネのタペート細胞が花粉形成期に大凡 14°C 以下の低温によつて肥大的異常を起す事は酒井氏により 1941 年始めて見出され(酒井, 1943), イネの冷害による不稔性の大きな原因の一つとして注目されるに至つた。更に氏はこれを「タペート肥大」と呼んでこの起り方について種々の研究を行つた(酒井 1949)。著者はこのタペート細胞の肥大的異常がいかなる機作によつて発生するかを知る一段階として 1950 年に乾燥並に高温処理に於いてもこれが発生するか否かをしらべた。その結果乾燥処理にてもタペート細胞の一種の肥大的異常が見出されたので，未だ充分ではないが中間報告としてここに報告する。

2. 材料及び方法

本報の実験は，(1) ポット栽培をし，全個体を処理した実験と (2) 圃場に栽培したものの穂孕稈のみを処理した実験との 2 つに分かれる。前者では供試品種に「水稲農林 20 号」を用い，5 万分の 1 ワグナーポツトに 1 ポツト 3 本立として 5 月 17 日播種し，以後硝子室にて管理した。この材料が花粉形成期になつた時に次の如き処理を行つた。その概要は：

(1) 低温処理：　11～13°C に保たれた氷使用の冷蔵庫にて 48 時間処理した。

(2) 乾燥処理：　ポツトに約 3 cm の深さに湛えていた水を捨て，以後給水を停止し 4 日後に花をとり固定した。その時のポツトの土壌の含水率は平均 32.2 %であつた。

後者では供試品種に「富国」を用い，圃場から穂孕稈を抜きとり処理後花を固定した。その処理は次の通りである：

(1) 低温処理：　前の場合と同様の冷蔵庫にて 48 時間処理を行つた。

(2) 乾燥処理：　約 27°C の室内にそのまま放置し，その時間により 12，18 及び 30 時間の 3 段階に分けた。

尚この場合の標準のものは圃場より抜きとつた直後に固定した。

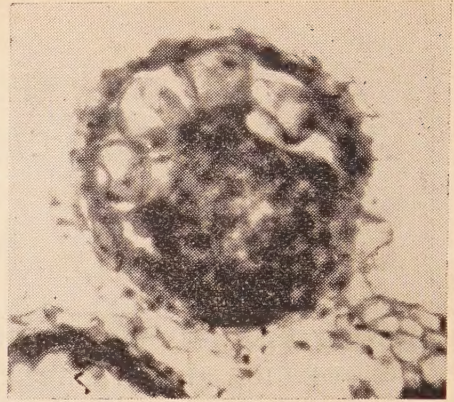
固定には全て BOUIN 氏液を用い，パラフイン法によつて切片を作り検鏡した。染色はハイデンハインの鉄明礬ヘマトキシリン，切片は約 16 μ の厚さにした。

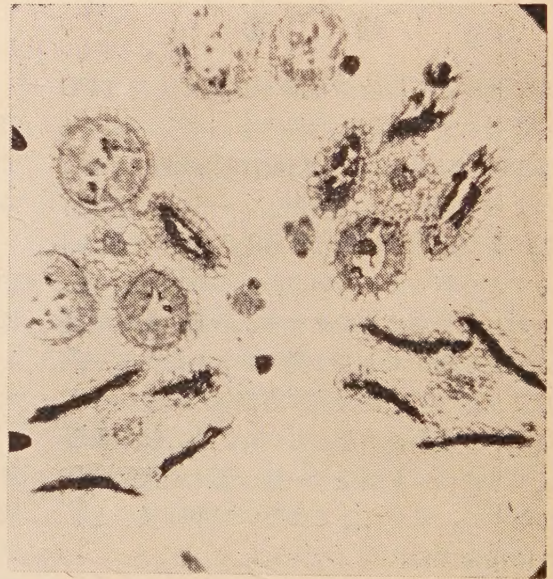
3. 實驗結果

正常のイネのタペート細胞は第 1 図にみられる如く煉瓦状で一列に規則正しく周壁に沿つて並んでいる。低温処理をうけた場合は 1 乃至数個の相隣接するタペート細胞が異常な肥大を起す。これには多数の核が見られ，その細胞膜は明瞭でなく多核の所謂 Plasmodium 様を呈する（第 2 圖)。乾

[+] 本報告は第 92 回日本作物學會例會に於いて要旨を發表したものである

* 作物部普通作物第 3 研究室

第 1 圖 正常葯胞（×600）
Fig. 1 Normal locule.

第 2 圖 低温によるタペート細胞の肥大的異常（×600）
Fig. 2 Hypertrophic abnormal tapetal cells caused by low temperature.

第 3 圖 乾燥によるタペート細胞の肥大的異常（×600）
Fig. 3 Hypertrophic abnormal tapetal cell caused by drought.

第 4 圖 乾燥處理に見られる異常葯胞（×150）
Fig. 4 Locules affected by drought.

燥処理の場合は低温処理とやや異なり第3図及び第4図に見られる如く，殆んど全てのタペート細胞がその容積を増す。従つてその細胞膜は明瞭で核の増加は殆んど見られない。更にその細胞質は著しい液胞化が起つている。又この場合には花粉粒は殆んど壊疽を起して真黒く濃染している。これは低温処理では見られぬ現象である。

以下低温及び乾燥の両処理につき比較観察した2〜3の結果を述べよう。第一はこれらの異常肥大の発生頻度である。その発生程度を表わすために酒井氏（1949）の方法により1本の葯につき5切片を見，1葯胞ではタペート細胞の肥大のない場合を－，肥大の徴候を示しているものを±，肥大の発育初期又は単独のタペート細胞が風船状に肥大した場合を＋，肥大部の葯胞内部を占める面積が ½ 程度までを卄，⅔ 内外を卅，全部を占める場合を卌にて表わし，これらに対して夫々 0, 1, 2, 3, 4, 5 の階級値をあたえ，その価と頻度との積の総和を求めて異常数とし，更に総観察葯胞数との比を百分率で表わしてこれを肥大価とした。第1表にはポツト栽培した材料による実験，第2表には穂孕稈処理によるものの結果を示した。

第 1 表　株處理によるタペート肥大の發生程度

Table 1　Frequency of hypertrophic abnormality of tapetal cell when whole plant is treated.

處理	穗數	花數	タペート肥大 −	±	＋	卄	卅	卌	總葯胞數	異常數	平均肥大價(%)
無處理	8	62	8064	85	11	—	—	—	8160	107	1.081
低　温	8	65	7441	202	123	28	3	—	7800	544	7.605
乾　燥	6	27	2356	117	36	9	15	—	2535	284	11.020

第 2 表　穗孕稈處理によるタペート肥大發生の程度

Table 2　Frequency of hypertrophic abnormality of tapetal cell when the culm containing the panicle is treated.

處理	穗數	花數	タペート肥大 −	±	＋	卄	卅	卌	總葯胞數	異常數	平均肥大價(%)
無處理	5	23	4062	18	—	—	—	—	4080	18	0.365
低　温	2	7	814	20	6	—	—	—	840	32	3.958
乾　燥											
12時間	5	28	3348	11	—	—	—	—	3360	15	0.358
18時間	5	27	3228	11	1	—	—	—	3240	13	0.506
30時間	5	19	1156	521	329	165	10	—	2181	1714	77.850

ここに示された如くいずれの場合に於いても低温處理に比較して乾燥處理による肥大的異常の發生は著しく多い。更に乾燥處理の場合にはこの外に第4図に見られる如く葯胞内部が全て壞疽し真黒に濃染しているものも極めて多く，これらを含めると正常の葯胞は一層少くなる。尙両實驗について多少數値に差のあるのは供試品種がちがい，又材料のとり方などの相違に基くものであろう。

次にこのタペート細胞の肥大的異常の發生する時期についての比較を試みた。その結果は第3表の通りである。この表中の數値は前述の肥大價を示している。

第 3 表　花粉粒の發達時期とタペート肥大發生の關係

Table 3　Relation between the occurrence of hypertrophic abnormality of tapetal cell and the development of microspore.

	減數分裂	小胞子期	第1收縮期	回復期	第2收縮期	花粉形成期
低温 48時間	0.00	0.35	6.04	7.82	7.18	0.00
乾燥 12時間	0.00	0.00	0.55	0.00	0.46	0.00
乾燥 30時間	13.54	54.67	55.96	38.16	65.83	0.00

これによつて見ると低温處理の場合は小胞子の第1收縮期から第2收縮期の間に最も多く，小胞子期では極めて僅かの發生を見るのみで，更に花粉形成期では全く見られない。乾燥處理の場合でもこれと大体同じ傾向にあるが，減數分裂期に於いても多數の發生を見ている。この減數分裂期にも發生する事は低温の程度の強い場合にも見得ることなので（酒井，1943），この發生時期の差は處理の強さによるものであつて，本質的には両處理共大体同じであると言えよう。

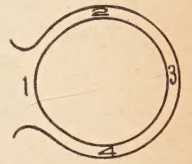
第3にこれらの肥大的異常が葯胞内のどの位置に發生するかを觀察し，その結果を第4表に示した。尙表中では葯胞内の部位を便宜上1，2，3及び4の數字を以て表わした。即ち図に示した如く1は花絲の導管部に最も近い部位，2及び4はその両側の部，3は最も遠い反対側の部位を表わしている。

第 4 表　葯胞内部位とタペート肥大發生との關係

Table 4　Relation between the occurrence of hypertrophic abnormality and the portion of the locule.

葯胞の部位	1				2+4				3				合計
葯の位置	上	中	下	合計	上	中	下	合計	上	中	下	合計	
乾燥 ±	47	27	15	89	4	11	16	31	3	4	3	10	130
乾燥 ＋	34	50	42	126	26	34	14	74	7	3	8	18	218
乾燥 卄	6	18	11	35	9	0	0	9	3	2	0	5	49
乾燥 卌	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
合　計	87	96	68	251	39	45	30	114	13	9	11	33	398
低温 ±	48	30	31	109	10	5	5	20	7	2	2	11	140
低温 ＋	13	19	10	47	13	7	6	26	2	4	3	9	82
低温 卄	4	3	2	9	1	3	1	5	0	2	1	3	17
低温 卌	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合　計	65	52	43	165	24	15	12	51	9	8	6	23	239

この表で明らかな如くこの肥大的異常は花絲の導管部に最も近い部位（表中の1）に最も多く發生し，その両側部（2+4）がこれにつぎ，最も遠い反対部（3）には最も少い。更に1本の葯内では位置については殆んど差を認められない。而もこれは両處理に共通したものである。この花絲の導管部に最も近い部位に最も多く發生することがいかなる事を示しているかは今後の研究に俟たねば

ならないが，これらの処理の作用の仕方を示しているものとして甚だ興味ある問題であろう。

上述の肥大的異常の外に乾燥処理に於いては，花粉粒が葯胞の中央部に集合し，タペート細胞は周壁から剝離してこの花粉粒の群の周りに附着，壊疽を起している像が見られた。これが起つている花数は第 5 表に示されている。この表に於いても相当の割合でこの種の異常が起ることがわかるが，この 2 つ異常の結果葯胞内容物が真黒に濃染し，全く葯の機能を失うに至るのであろう。

第 5 表　乾燥處理に於けるタペート細胞の異常

Table 5　Frequency of spikelet containing abnormal tapetal cell in the artificial drought-treatment.

處理		正常	肥大	壊疽	混合（肥大＋壊疽）	合計
18時間	減數分裂期	—	—	—	—	
	小胞子期	10	0	0	0	
	第一收縮期	6	0	0	2	
	回復期	6	0	0	0	
	第二收縮期	9	0	0	5	
	花粉形成期	5	0	0	0	
	合計	36	0	0	7	43
30時間	減數分裂期	0	2	0	0	
	小胞子期	4	6	1	4	
	第一收縮期	0	7	0	0	
	回復期	0	2	4	1	
	第二收縮期	0	4	0	1	
	花粉形成期	0	0	0	0	
	合計	4	19	5	6	34

上述の実験の外にポット栽培をしたものについては高温処理を行つたが，これは処理温度も不充分であつてその影響を認め得なかつた。又穂孕程処理では 40°C の恒温器中に 12, 24 時間処理を行つた。この際には乾燥処理と同様な肥大像が見られ，その発生は 24 時間処理で乾燥 30 時間処理と同程度又はそれ以上であつた。

4. 論議及び結び

本実験の乾燥処理に見られたイネのタペート細胞の肥大的異常は低温処理によるものとは明らかに異なる如く見られ，両処理のタペート細胞に及ぼす作用も相異なるものと考えられる。又イネ以外の植物例えばリンゴ（Martin, 1938），ビート（Artschweger, 1947）等のこの種の異常とも趣を異にしている。これらの発生機作に関する実験成績はなく，今後の研究に俟たねばならぬが，イネのタペート細胞は極めて纎細であり種々の害的作用によつてこの種の異常を起しやすいことがわかる。一般に植物及び動物の細胞が種々の障害をうけて死に至る際には著しい液胞化が起る（Lepeshkin, 1937）。本実験の乾燥の場合にもタペートと細胞の液胞化が相当著しく見られるが，これは極めて強い障害をうけてその機能を失いつつあるものと考えられよう。

更に両処理についての異常の発生の仕方を見ると，発生の時期並に葯胞内の発生部位等は殆んど同様の傾向を持つている。これからこの両者のタペート細胞に与える変化は異なつてはいるが，同様な働き方をするものと考えられ甚だ興味深い。

イネの実際の栽培に於いて減数分裂期前後の旱魃が最も不稔歩合を高める事が知られている（山本, 1937, 馬場, 1951）。この様な際には本実験の乾燥処理に於ける如き異常がイネの葯内で起つているのではないかと想像される。

摘　　要

1. 低温によりイネのタペート細胞が肥大的異常を起す事は酒井氏 (1943) により見出されたが，本実験に於いては乾燥処理に於いても一種の肥大的異常を見出した。

2. この異常は全タペート細胞が夫々その容積を増し，細胞膜は明瞭で液胞化が著しい点又花粉粒が壊疽を起している等に於いて低温の場合と異なる。

3. 両処理に於けるタペート細胞の肥大的異常の発生を比較すると，頻度は乾燥処理の方が著しく多いが，発生時期及び葯胞内の発生部位等については同様な傾向が認められた。

4. 乾燥処理に於いて肥大的異常の他にタペート細胞の壊疽したものが見られ，これら 2 種の異常のために葯が全く機能を失うものと考えられる。

本實驗を行うにあたり作物部長吉野至德，當研究室長山田岩男両技官には御指導を戴き，又プレパラート作製その他に於いて研究室員稲垣春吉，藤田紀子両氏に負う所が多い。記して御禮申し上げる。

参考文獻

1. ARTSCHWEGER, E., 1947: Pollen degeneration in male-sterile sugar beets, with special reference to the tapetal plasmodium. J. Agr. Res., Vol. 75, 191-197.
2. 馬場赳, 1951: 昭和 22 年千葉縣に發生せる水稻の旱青豆に就て. 農業技術研究所報告, D. 1 號, 37～48.
3. 木原均・平吉功, 1942: 稻花粉粒の發達, 農及園, 17 卷, 685～690.
4. LEPESCHKIN, W., 1937: Zell-Nekrobiose und protoplasmatod.
5. MARTIN, J. N., 1937: Cytological and morphological features associated with impotency of pollen of the winesap apple. Iowa State Coll. Journ. Sci., 12, 397～407.
6. 酒井寛一, 1943: 昭和 16 年の冷害に於ける北海道水稻の不稔機構に關する細胞組織學的調査. 北海道農試報告, 40 號, 1～17.
7. ——, 1949: 冷害におけるイネ不稔性の細胞組織學的並びに育種學的研究特に低溫によるタペート肥大に關する實驗的研究. 北海道農試報告, 43 號' 1～46.
8. 山本健吾, 1943: 旱魃による水稻生產力の減少機構に關する研究. 農及園, 18 卷, 276～280, 390～395.

Résumé

The hypertrophic abnormality of tapetal cells of rice plant, caused by subjection to temperatures as low as 14°C. during microsporogenesis, was found by Dr. SAKAI in 1941 (SAKAI, 1943). Several investigations have been conducted in the belief that it is one of the most important factors affecting the fertility of rice plant by the cold injury in summer (SAKAI, 1949).

In 1950 the present author found a new type of these abnormalities of tapetal cells caused by artificial drought.

Ordinarily tapetal cells of rice plant are in a row along the endosecium, being block-form in shap and having two nuclei (Fig. 1). As a result of subjection to low temperature one or several neighboring tapetal cells swell up abnormally inside the locule, being accompanied by an extraordinary multiplication of nuclei, forming multinuclear plasmodial tissue with not clear cell membrane (Fig. 2). With subjection to artificial drought most tapetal cells increase in size without the multiplication of nucleus, having the clear cell membrane and much vaculized cytoplasm (Fig. 3).

The necrosis of the pollen grain occurs by reason of the drought as soon as the tapetal cells begin to increase in size, while it can not be found in the low temperature treatment.

These abnormalities are caused to occur by the drought more frequently than by the low temperature either when the whole plant or culms including the panicle are treated (Table 1 and 2). They occur most frequently in each treatment when the pollen pore and the exine generate. But in this experiment they can be found also during meiosis by the treatment of the artificial drought (Table 3).

It is very interesting to find these abnormalities most frequently in a locule at the nearest portion to the vesselpart of the filament in each treatment (Table 4).

From the above it is concluded that these abnormalities occur in the same way in both treatments in spite of the difference of abnormal figures of tapetal cell.

Besides the hypertrophic abnormality in the artificial drought treatment in this experiment the author could find the necrosis of the tapetal cell attached to microspores which came together at the center of locule. Numbers of spikelets including abnormal anthers are shown in Table 5.

Abnormalities described above perhaps cause the degeration of anther contents resulting in high sterility.

Practically such abnormalities of taperal cell caused by the artificial drought may occur under the natural drought condition during the microsporogenesis of rice plant.

大麥の不稔性に關する研究+
第3報　播種期と不稔との關係

山　本　　正*

STUDIES ON THE STERILITY IN BARLEY. III. THE EFFECT OF SOWING DATE ON THE OCCURRENCE OF STERILITY

By Tadashi YAMAMOTO

I　緒　　言

秋播性を消去するためには一定期間の低温を必要とする。從つて若し充分な低温が与えられずに春播された場合は，消去されずに残つた秋播性程度に応じて，同化物質の營養生長部より生殖生長部への転流が悪くなる。これが不稔発生の一原因になつていることを前報告(山本,1951)で明らかにした。即ち残存秋播性の大きいもの程，転流効率が悪く，生殖生長部への同化物質の転流量が減少して，生殖生長勢が衰え，開花機能が低下して，葯の裂開，花粉の飛散等が不完全になつて，授粉が妨げられる。その結果不稔が生ずる。春播品種を遅播した場合の不稔の発生に上述した様な過程が認められるか否かを知るため，此の実験を行つた。

II　材料及び方法

春播二条大麦14品種を供試した。播種期は当地方の標準播種期である4月25日を第1回にして，共後10日置き，即ち5月5日，5月15日，5月25日の4回とした。試験区の配置方法は Split-plot design により，播種期を大ブロックにして，品種を共の中に任意に配列した。株間4.5 cm，1本植を行つた。

転流効率の測定は「濠洲大麦」(早生種)，「モラビヤ」(中生種)，「プルメーヂアーチヤ」(晩生種)の3品種について行つた。C. L 率の測定には以上3品種の外に更に「マヤ」，「ボヘミヤン」，「露50」の3品種を加え，合計6品種について行つた。高温処理区は2万分の1反のワグナーポツトに，1鉢4個体栽植してガラス室で生育させた。又長日処理区は高温処理区と同様な栽植方法を取り，戸外で100 W電球を地上5尺に保つて，24時間照明した。なお此等両処理に供試した品種は播種期試験と同じものである。

III　結　　果

1　不稔率　播種期の差異による不稔率の消長は第1表に示した。

概括的に見ると，播種期が遅れる程，不稔の増加する傾向が明らかにある。即ち4月25日播区の平均不稔率9.2 %を100とした場合に，其後の各播種期はそれぞれ153，216，426となり，標準播種期に比較して30日遅播した5月25日区は4倍強の不稔が生じた。しかしながら，品種によつては「濠洲大麦」の様に，遅播しても殆ど不稔が増加しないものもあるし，「二角シバリー」，「モラビヤ」，「ハルビン二条」，「仏国プリマス」等のように播種期が遅くなると，不稔率は増加するが，それ程著しくない品種もある。共他の品種では播種期が遅延すると著しく不稔率が増加する。特に「プルメーヂアーチヤ」は5月25日区に於て実に89 %の不稔率を示した。

+　第1報及び第2報共に日本作物學會紀事(1951，1952)に發表

*　作物部普通作物第2研究室

第1表　播種期と不稔率との關係

Table 1　Relation between date of sowing and sterilizing percent.

品種名	播種期 4.25	5.5	5.15	5.25
濠洲大麥	8.6	2.9	11.0	5.9
モラビヤ	3.6	2.0	10.1	29.4
プルメーヂアーチヤ	25.7	39.3	50.8	73.0
マヤ	5.4	5.5	24.6	59.6
露50	3.7	1.8	7.8	64.7
ボヘミヤン	2.1	3.9	15.4	26.4
ハルビン二條	0.4	1.8	6.3	9.7
佛國プリマス	3.9	4.2	8.6	13.0
二角シバリー	2.1	7.3	5.7	19.7
シユワンハルス	18.7	28.0	30.0	48.0
畿内62號	8.1	35.8	49.5	68.5
プリムスグルツゼ	16.4	23.3	18.2	56.0
北大1號	16.1	24.2	19.2	45.8
ダニツシユシバリー	14.6	17.5	21.7	29.4
平均	9.2	14.1	19.9	39.2

第2表　バリアンス分析表

Table 2　Analysis of variance

變動因	平方和	自由度	平均平方	F
反覆	0.02	1	0.02	
播種期	10,346.38	3	3,448.76	114.08※※
誤差 (a)	91.68	3	30.23	
	10,438.08	7		
品種	12,556.08	12	1,046.34	7.76※※
品種×播種期	4,418.57	36	122.74	1.10
誤差 (b)	6,468.74	48	134.77	
全體	33,881.47	103		

2　轉流效率　稈重（以下單に稈重と云う時は稈と穗を含む乾物重を示す）の1日當り增加量を共時の葉重で割つた商 (dWc/WL) 即ち転流効率は營養生長部より生殖生長部への物質転流の良否を示す指数であることを前報告（山本，1951）に於て論述した。此の転流効率の播種期の遅延に伴なう変化は第3表の通りである。

即ち早生種の「濠洲大麦」では，転流効率は各播種期共略相等しい値を示している。中生種の「モラビヤ」では5月15日区までは殆ど変化はないが、

第3表　轉流效率

Table 3　Translocation efficiency (dWc/WL)×100

品種名	4.25	5.5	5.15	5.25
濠洲大麥（早生）	65.3/517.2 12.63	54.0/466.1 11.59	50.4/416.1 12.11	53.9/478.5 11.26
モラビヤ（中生）	84.2/809.6 10.40	87.4/868.1 10.06	78.8/789.3 9.97	43.1/729.7 5.91
プルメーヂアーチヤ（晩生）	110.1/922.0 11.94	42.7/884.2 4.83	31.6/856.4 3.67	27.9/789.3 3.53

dWc…1日當り生殖生長部の乾物增加量

WL …dWc の測定時に於ける葉重

5月25日区になると急激な減少を示す。又晩生種の「プルメーヂアーチヤ」は4月25日区では略前2品種に近い値を示すのに対して，5月5日区では急に減少する値を示すが，共後は緩慢な減少を示し，前記2品種とは著しい差異を示している。而して播種期に伴なうこれら品種の示す転流効率の変化の程度は不稔率のそれと極めて相似た傾向を示し，両者間に密接な逆の関係が認められる。

3　C.L率　開花期に於ける稈重を葉重で割つた商即ちC.L率は花芽分化期よりC.L率の測定時期に至る迄の期間内に於ける転流効率のある意味での総和を示すものである。これらC.L率を6品種について測定した結果は第4表の通りである。

第4表　開花期に於ける各品種のC.L率

Table 4　C.L ratios in each variety at the flowering time

品種名	播種期 4.25	5.5	5.15	5.25
濠洲大麥	1.3846 (100.0)	1.3782 (99.5)	1.1740 (84.8)	1.1683 (84.4)
モラビヤ	1.0441 (100.0)	1.0322 (98.9)	0.9658 (92.5)	0.6537 (62.6)
プルメーヂアーチヤ	1.1090 (100.0)	1.0107 (91.9)	0.8134 (73.7)	0.5124 (46.2)
マヤ	1.1443 (100.0)	1.0188 (89.0)	1.0178 (88.9)	0.8835 (77.2)
露50	1.1573 (100.0)	1.0749 (92.9)	1.1086 (95.8)	0.7711 (66.1)
ボヘミヤン	1,0731 (100.0)	1.0371 (96.6)	0.9906 (92.3)	0.9309 (86.7)
平均	1.1521	1.0920	1.0117	0.8200
不稔率	8.2	9.2	20.0	43.2

註　括弧内の數字は4.25を100とした場合の指數

この表からでも明かな様に C. L 率に関し播種期及び品種間に有意義な差が認められる。「露 50」の 5 月 15 日区の C. L 率が 5 月 5 日区のそれに比して，僅かに大きかつた 1 例を除いては全ての品種共播種期の遅延と共に C. L 率は小さくなり，不稔率との間に密接な負の関係が認められる。尚，6 品種平均の C. L 率と不稔率との間には −0.9678 の負の相関が認められて，C. L 率の大きいもの程不稔率の小さいことを示している。

4　1 日 1 小花當り乾物重の増加量と C. L 率

開花期に於ける 1 日 1 小花当りの稈重（生殖生長部）の増加量(dWc/dt. fn)と不稔率との関係を示すと第 1 図の様である。即ち早生種の「濠洲大麦」は播種期が遅延しても不稔率には殆ど増減が認められないと同時に dWc/dt. fn の値もまた殆ど変化が認められず，両者間には一種の平行的関係がある。次に中生種の「モラビヤ」では 4 月 25 日，5 月5 日の両播種期共に不稔率も dWc/dt. fn の値も殆ど変化を示していないが，5 月 25 日区に於ては不稔率が増加しているのに対して dWc/dt. fn の値が逆に減少している。更に叉，晩生種の「プルメーチアーチャ」は播種期が遅延すると不稔率が著しく増加し，dWc/dt. fn は逆に著しく減少して居り，全体的に見て，3 品種共に不稔率と dWc/dt. fn との間には密接な逆の関係があることが認められる。

既に前項に於て説明したように，不稔率と C. L 率との間には密接な負の相関々係が認められる。從つて叉第 5 表に示す様に dWc/dt. fn の値と C. L 率との間にも密接な正の関係があるものと見て良い。即ち C. L 率の高いもの程 dWc/dt. fn の値が大である。

第 5 表　C. L 率と dWc/dt. fn

Table 5　C. L ratio and dWc/dt. fn value.

品種名	項目	播種期 4.25	5.5	5.15	5.25
濠洲大麥 モラビヤ プルメーチアーチャ	C. L 率	1,1792	1.1061	0.9794	0.7781
	dWc/dt. fn (mg)	3.1	2.5	2.1	1.8

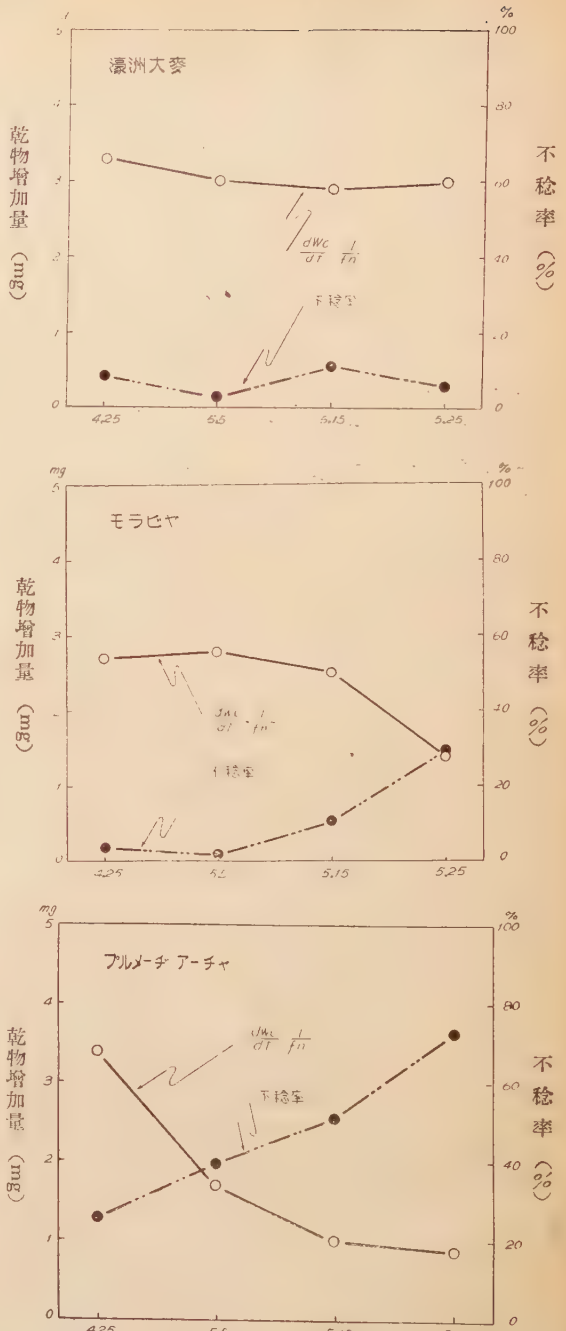
5　C. L 率と葉重　転流効率の総和的な値を示す C. L 率は前項で述べた様に，播種期の遅延するに從つて減少するが，C. L 率は稈重の葉重に対する比である故に，C. L 率の増減が稈重及び葉重の何れに依つて左右されているかを知る必要がある。このため各播種期の葉重を測定した。その結果は第 6 表の通りである。

第 1 圖　早，中，晩各品種に於ける dWc/dt. fn と不稔率との關係

Fig. 1 Showing the relation between dWc/dt. fn value and sterilizing percentage in three varieties respectively.

葉重について行つたバリアンス分析の結果は播

第6表 開花期に於ける葉重

Table 6 The leaf dry weight at the flowering time. (mg)

品種名	播種期 4.25	5.5	5.15	5.25
濠洲大麥	517.2	466.1	416.1	478.5
モラビヤ	809.6	868.1	789.3	729.2
プルメージアーチヤ	922.0	884.2	856.4	789.3
マヤ	591.2	651.5	607.0	657.1
露50	770.2	851.2	803.1	796.4
ボヘミヤン	728.6	705.2	812.3	569.7
平均	723.1	737.7	714.0	673.1

種期間には有意義な差は認められなかつた。先にC.L率は播種期の遲延と共に減少することを述べたが，播種期が遲延しても葉重には殆ど變化の認められないことから，C.L率の減少は全く稈重の減少にのみ帰因するものであつて，葉重には何の關係もないことを明らかに示している。

葉重の變化は各播種期共に殆ど無いことを述べたが，葉重を測定した6品種の平均出穗日數は播種期が遲くなるにつれて次第に短くなる。即ち出穗日數が遲播によつて減少するにも拘らず，葉重はほぼ一定であることは，1日当りの葉重增加量の多いこと，換言すれば營養生長の良好なることを示すものである。このように1日当りの葉重の增加量が大であるにも拘らず稈重の增加量が逆に減少することは，營養生長に良好な條件が必ずしも生殖生長に良好でないことを示すものである。

6 C.L率と稈長 第3項に於て，播種期が遲延する程，開花期に於けるC.L率が減少することを述べた。而もその減少の直接的な原因が葉重の變化にあるのではなく，全く稈重の一方的な減少に依ることを明かにした。稈重は稈長と密接な關係にあることは容易に推察し得る処で，この意味から，開花時に於ける稈長を測定した。その結果を示すと第7表の通りであつて，ボヘミヤン種に於ける1例を除くと開花時に於ける稈長は播種期が遲れるに從つて明かに減少する。稈長とC.L率との間には＋0.9785の相關々係が見られる。

又成熟期に於ける稈長について見ても，開花期に於ける場合と同樣，播種期の遲延と共に短くなり，開花期に於けるC.L率との間には＋0.9897の相關々係が認められる。C.L率が不稔率と極めて

第7表 開花期に於ける稈長 (cm)

Table 7 The main shoot length in cm. at the flowering time.

品種名	播種期 4.25	5.5	5.15	5.25
濠洲大麥	64.2 (100.0)	62.8 (97.8)	50.8 (79.1)	50.1 (78.0)
モラビヤ	70.1 (100.0)	57.8 (82.5)	52.1 (74.3)	40.9 (58.3)
プルメーヂアーチヤ	69.8 (100.0)	63.8 (91.4)	51.4 (73.6)	41.2 (59.0)
マヤ	66.2 (100.0)	65.2 (98.5)	55.8 (84.3)	53.9 (81.4)
露50	79.5 (100.0)	57.8 (72.7)	56.8 (71.4)	43.4 (54.6)
ボヘミヤン	67.1 (100.0)	64.5 (96.1)	65.7 (97.9)	48.7 (72.6)
平均	65.9 (100.0)	62.0 (89.2)	55.4 (79.7)	46.4 (58.2)

高い負の相關々係にあることは既に述べた如くであるが，このC.L率が稈長と上記の樣な關係にある処から，開花及び成熟兩時期に於ける稈長も亦不稔率とは極めて高い負の關係にあることが証明される訳である。なお6品種平均の不稔率及び稈長を示すと第8表の通りである。

第8表 6品種についての稈長，C.L率及び不稔率の平均値

Table 8 Average value of main shoot, C.L ratio and sterilizing percentage in six varieties.

品種数	項目	播種期 4.25	5.5	5.15	5.25
6	稈長(開花期)	69.5	62.0	55.4	46.4
	稈長(成熟期)	90.2	85.0	76.7	65.9
	C.L率	1.1521	1,0920	1.0117	0.8200
	不稔率	8.2	9.2	20.0	43.2

7 C.L率と千粒重 さきにC.L率を測定した際用いた6品種について，播種期の遲延に伴なう千粒重量の變化を調べた。その結果は第9表に示す通りである。

各品種とも殆ど例外なく，播種期の遲くなるに從つて千粒重量が減少することを示している（柿崎・鈴木, 1937)。即ち4月25日播区の千粒重を100とした場合，それ以後の播種期の指數は夫々89, 79, 65と遞減することを示している。

更に，これを品種別に見れば，播種期が遲れても不稔率の增加が殆んど認められない濠洲大麦の

第 9 表　千粒重　(gm)

Table 9　Weight in grams per 1000 grains.

品種名	播種期			
	4.25	5.5	5.15	5.25
濠洲大麥	52.7	51.7	50.1	43.5
モラビヤ	49.3	43.1	39.5	25.3
プルメーヂアーチヤ	42.3	38.4	27.2	22.9
マヤ	41.0	37.3	33.8	32.1
露 5 0	55.2	46.0	40.9	29.0
ボヘミヤン	44.9	46.4	38.0	32.1

様な品種は千粒重量の減少も亦著しく緩慢である。之に反して，「プルメーヂアーチヤ」のように不稔率の著しく増加する品種では千粒重量も著しく減少して，5 月 25 日区は 4 月 25 日区に比して殆んど半分近い値を示すに過ぎない。

このように 6 品種の個々の場合についても，またその平均的な場合についても，千粒重と不稔率との間には，明かに密接な負の関係が認められる。更に又，千粒重と C. L 率との関係を見れば，6 品種平均の数字についても，又個々の品種についても，両者間に明かに密接な正の関係が認められるのであつて，C. L 率の高いもの即ち転流効率の良いものは千粒重量も亦大きいことを示している。而して粒重はその一部が穂自体の同化機能によつて支配されるけれども，その大半は葉部の同化産物に由来するものである故，千粒重量の重いと云うことは営養生長部より生殖生長部への同化産物の転流量の多いこと，従つて又転流効率の良いことを示すものと考えて良く，両者間に密接な関係が存在することは当然の帰結と考えられる。

8　鱗被の開花時に於ける含糖量及び滲透壓

播種期が遅延する程，営養生長部より生殖生長部への同化物質，その他生殖生長部の量的増加に必要な物質の転流が不良になることを述べた。開花に必要なエネルギー源をなすものは同化物質に由来する糖類であり，開穎，花絲伸長，葯裂開等一連の仕事はこれら糖類の多少によつて支配されていると考えられている (仲尾，1919；Misonoo，1934–1936)。特に開花を司る鱗被，花絲等の器官の開花中に於ける糖の多少は，これら各器官の機能の強弱を示すものと考えられるので，ここでは其の中の特に鱗被の開花中に於ける全糖量及び滲透圧を測定した。鱗被の滲透圧はこれを直接的に測定する場合には，種々の困難を伴なうので，間接的に測定することにした。即ち開花前日の夕方，穂を切取り室内の瓶に入れ，膨大前の 50 個の鱗被の生体重を測定し，次いで，穎の上部 1/3 程度を切り開穎せしめて，葯が切穎口より上に伸長して来た時，再び同数の鱗被を取り，生体重を測定し，膨大前後の重量の差を求め，これを膨大前の重量で割つた商を滲透圧の間接的表示数値とした。其の理由は鱗被の膨大は滲透圧の増加に伴なう吸水現象の結果として現われて来るからである。

第 10 表　鱗被の重量變化

Table 10　Increase in fresh weight of lodicules from the beginning to the zenith of flower opening. (mg)

項目 日	播種期			
	4.25	5.5	5.15	5.25
開花中—開花前	27.4–15.1	24.3–13.4	21.8–12.1	15.1–10.1
差 (D)	12.3	10.9	9.7	5.0
D/開花前	0.8146	0.8134	0.8017	0.4950

重量変化の割合を各播種期について見れば 5 月 15 日区までは緩慢な減少を示すに過ぎないが，5 月 25 日区になると，その減少程度は急激に増し 4 月 25 日区の略ゝ半分に近い値となり，而もこれらの減少傾向が不稔率の増加傾向と良く似ていることは興味あることである。この様な鱗被の重量変化は鱗被内に於て複糖類が分解して単糖類に変化し，その結果滲透圧が増大するために起る吸水現象であるから，播種期の遅いもの程，鱗被の滲透圧が低くなることを示している。実際著しい重量変化を示す 5 月 15 日区と 5 月 25 日区の開穎中に於ける鱗被の含糖量は第 11 表の通りである。

第 11 表　膨大中に於ける鱗被の含糖量 (生體 100 mg 當り)

Table 11　Sugar content calculated per 100 mg of fresh lodicules at the flower opening.

播種期	還元糖 (A)	非還元糖 (B)	全糖量	A/B
5.15	4.07	2.43	6.50	1.67
5.25	2.90	2.19	5.09	1.32

即ち滲透圧の高い 5 月 15 日区が 5 月 25 日区より還元糖，非還元糖共に多く，特に非還元糖量に対する還元糖の割合が高いことは意味深いものと思う。何れにしても播種期の遅れる程，開花の際の含糖量及び滲透圧が小さく，開花機能が低下す

るものと思われる。

9 春播性程度と不稔 前報告に於て，残存秋播性程度如何が不稔発生に対して密接な関係を持つていることを明かにしたが，春播性程度とは関係があるだろうか。此等のことを知るため，播種期試験に供試した14品種について春播性程度と不稔との関係を検討して見ることにする。

春播性程度の大小は感温，感光性の大小によつて規定されるものであるが，一般に早生なもの程，即ち出穂迄に要する日数の少いもの程春播性が高いとされている。供試した14品種につき標準播種期に於ける出穂日数の長短と不稔率との相関々係を求めると＋0.5681であつて5％水準で有意性が認められる。

第12表 出穂日数

Table 12 Days from sowing to earing.

品種名	播種期			
	4.25	5.5	5.15	5.25
濠洲大麥	56	49	44	39
モラビヤ	63	60	53	51
プルメーヂアーチヤ	74	68	63	59
マヤ	66	59	55	55
露50	66	61	56	55
ボヘミヤン	63	57	52	50
ハルビン二條	63	59	53	51
佛國プリマス	62	58	52	51
二角シバリー	63	60	52	50
シュワンハルス	65	61	56	54
畿内62號	63	58	52	52
プリムスグルツゼ	66	60	53	53
北大1號	65	60	55	53
ダニツシュシバリー	66	58	52	52
平均	64.4	59.1	53.4	51.6

更に琴似試験地に於て保有している二条大麦の品種135の中より任意に抽出した26品種について，出穂日数の長短と不稔率との相関々係を求めると＋0.5925となり1％水準で有意性が認められる。即ち一般に早生のもの程不稔が少く晩生のもの程不稔の多いことを示している。

前述した様に，春播性程度の大小は，感温，感光性程度の大小によつて左右せられるのであつて高温，長日で出穂の促進される程度の大きいもの程春播性が高いと考えられる（榎本，1927; 柿崎•鈴木,1937; 繁村,1937)。勿論品種に依つては感温性若しくは感光性の何れかの性質が優つていて，その方に，より多く反応を示すものもあるが，春播性程度の大小は此等2つのものの綜合されたものと考えることが出来る。播種期の遅延に依つて各品種は高温，長日の環境下に置かれることになり，高温，長日の何れの要因に対して強く反応したかは不明になるが，その出穂反応に依つて，該品種の春播性程度の大小を知ることが出来る。即ち標準播種期（4月25日）に較べて遅播した各区の出穂日数の短縮の程度は，それぞれの品種のもつ感温，感光性に依つて左右されるので，晩播による出穂促進日数を標準区に於ける出穂日数にて割つたもの即ち出穂促進日数歩合をもつて春播性程度を表示するものとして5月5日区の出穂促進日数歩合と4月25日区の不稔率との間に相関々係を求めると，第13表に示すように有意義な値は認められなかつた。

更に播種期が遅延した場合の不稔率の増加歩合と出穂促進日数歩合との間にも有意義な相関が認められなかつたが，ただ標準播種期に於ける不稔率と遅播区に於ける不稔率との間には有意義な正の相関々係が認められた。即ち標準播種期に於て不稔率の低いものは遅播しても不稔率が低いと云うことは認められるが，併し，標準播種期に於て不稔の少いものは遅播してもその不稔の増加割合が少いとは云い得ない。以上のことより，不稔の発生は一般に品種の早晩生とは相関が認められるが，遅播した場合の高温，長日に依る出穂促進反応とは特別の関係がないように思われる。

更に上記試験結果を確かめるために，高温及び長日でそれぞれ別個に処理した場合に示す出穂促進程度と不稔率との関係を検べた。その結果は第13表に示した通りである。両試験区共に，播種期試験に於て求めたと同様，出穂促進日数歩合と標準区の不稔率との間，出穂促進日数と標準区の不稔率との間，出穂促進日数歩合と不稔率の増加又は減少歩合との間等の何れの場合に於ても播種期試験の場合と同様，有意義な相関々係は認められなかつた。

以上要するに早生の品種程不稔率は少いが，高温長日処理等による出穂促進程度によつて表示される春播性程度とは関係がない様に考えられる。

第13表 各試驗に於ける出穗日數と不稔率との相關々係

Table 13 Showing the relations between the intensity of spring habit and sterilizing percentage in sowing date experiment, in high-temperature treatment and in long-day treatment.

	出穗日數又は出穗促進率	不稔率又は不稔増加率	相關係數
播種期試驗			
1	4.25	4.25	+0.6082※
2	4.25	5.5	+0.5772※
3	5.5	5.5	+0.5606※
4	4.25	5.5−4.25	+0.3769
5	4.25	(5.5−4.25)/4.25	−0.0296
6	4.25	(5.15−4.25)/4.25	−0.1375
7	4.25−5.5	4.25	+0.3512
8	(4.25−5.5)/4.25	4.25	+0.2267
9	(4.25−5.5)/4.25	(5.5−4.25)/4.25	−0.3397
高溫處理試驗			
1	C	H−C	+0.3910
2	C	(H−C)/C	−0.0111
3	C−H	C	+0.0433
4	(C−H)/C	C	+0.0444
5	(C−H)/C	(H−C)/C	+0.1659
長日處理試驗			
1	C	C−L	−0.1433
2	C	(C−L)/C	−0.0780
3	C−L	C	+0.4521
4	(C−L)/C	C	+0.4768
5	(C−L)/C	(C−L)/C	+0.0079

C＝ 標準區　H＝ 高溫處理區　L＝ 長日處理

10 生育期間中の平均氣溫と不稔率 麦類は一般に冷涼な気候を好む作物であつて，生育期間の高温が生育上有害であることは周知の通りである。前報告（山本，1951）の秋播性消去試験では，出穗可能の範囲内で最大限に秋播性を残存させた場合でも不稔率はそれ程著しく多いものではなかつた。従つて秋播性程度の殆んどないか，あつても極く僅少である場合の春播品種では残存秋播性が不稔発生に関与する程度はそれ程大きいものとは考えられない。更に又，高温処理したものは第14表に示す様に著しく不稔の発生することよりして，播種期の遅延に依る不稔の増加は生育期間の高温に帰することが出来よう。

しかしながら，高温処理した場合の生育期間中

第14表 播種期試驗及び高溫處理試驗に於ける不稔率と平均氣溫

Table 14 The sterilizing percentage and average temperature during growth period in the field and in the glass-house trial.

處理	項目	播種期 4.25	5.5	5.15	5.25
播種期試驗（圃場）	不稔率	9.2	14.1	19.9	39.2
	平均氣溫°C	14.2	15.1	15.8	17.7
高溫處理試驗（ガラス室）	不稔率	17.0			
	平均氣溫°C	22.1			

の平均気温は 22.1 °C で，各品種の平均不稔率は 17.0 %である。これに対して，播種期試験で最大の不稔率を示す5月25日区の平均気温は 17.7 °C であるに対して，不稔率は 39.2 %である。即ち圃場に於ては生育期間の温度がガラス室よりも低いにも拘らず，不稔の発生は逆に多いことは，温度以外の要因が不稔発生に関与していることを示すものである。観察の結果によれば，これは主として，圃場試験に於ては，遅播する程，特に5月15日以降の播種期に於て著しく小銹病が発生するのに対して，ガラス室での高温処理試験では小銹病の発生が殆んどないために依るものと思われる。不稔発生に関与する高温及び小銹病の重要度は，両試験区の不稔率の差等より考えて略相等しいものの様に思われる。即ち播種期試験に於て不稔の発生の多いのは，生育期間の高温と小銹病の発生に主として帰因するものと推察される。

Ⅳ 論議及び考察

秋播型品種に於て，不稔発生に密接な関係をもつ残存秋播性程度の大きいもの程，生育日数が長くなり，營養生長が旺盛で薬重が絶対量に於て増加することを前報告で述べた。春播型の場合でも，品種によつては，遅播によつて秋播性が充分に消去されない様な場合も考えられ，そして其の結果，出穗形式も異常となり極端な場合には座止現象も生ずると考えられる（DOLGUSIN and LYSENKO, 1927; ENOMOTO, 1929）。更に又，遅播することに依つて1日当り薬重の増加量が多くなり，營養生長が旺盛となるので，一応不稔発生に残存秋播性が関与していると考えられる。併し乍ら，1日当り

葉重の増加量は多くなるけれども，其の絶対量の増加は認められないこと，生育日数が短縮されること，5月25日区であつても出穂の異常，座止現象等は認められないこと等よりして，春播型品種に関しては，播種期試験に於ける不稔の発生には残存秋播性の関与が殆んどないか，あつても極めて僅少であるものと考えられる。

さて，春播型品種が播種期の遅延に従つて不稔率の増加を示す原因として，これを転流効率の面から考察検討を加へて見よう。先ず不稔現象が花器に供給される営養物質の不充分さに依るものとの観点から，これを表示すると考えられる1日1小花当り稈重の増加量を調査したところ，播種期の遅延と共に明かに逓減する傾向が認められた。此のことは播種期の遅延が営養生長部より生殖生長部への同化物質，其他体構成に必要な物質の転流を阻害する誘因となつていることを示す一証左だと云える。勿論遅播に伴なう，このような物質転流の難易は品種の早晩性にも関係を持つて居り，中晩生品種程，転流が阻害される割合が大きいようである。所で物質の転流の難易を表示するものとして，さきに転流効率，C. L 率等の考えを明かにしておいたが，各播種期について，此の値を比較して見ると，遅播した場合ほど著しく減少することが認められて，上述した考え方の妥当性を証明しているものと思う。

播種期の遅延によつて，C. L 率の低下することは上に述べた通りであるが，この場合に C. L 率の分母である葉重は播種期による差が殆んど認められないので，C. L 率の低下は分子である稈重によつて左右されていることが容易に推察される。

更に稈重は一般的に見て，稈長に比例して居ると考えて差支えないから，稈長に転流の良否を表示する簡便な生態的指数としての価値を認めることが出来る。因みに稈長と播種期との関係を出穂期及び成熟期について調べて見た所，播種期が遅れる程稈長が短くなるし，更にC. L 率との間には有意義な相関々係が認められるので，上述したように転流の良否を表示する一指数と見ることが出来る。

粒重は一部穂自体の同化機能にも関係あるけれども，その大部分は営養生長部よりの転流物質にも依存していることは当然予想されるので，粒重の大小は転流量の大小，ひいては転流効率の良否を表示すると見ることが出来る。それ故に播種期の遅延に伴なつて千粒重量の減少することは間接的ではあるけれども営養生長部より生殖生長部への物質転流の阻害されていることを示すものである（柿崎・鈴木，1937）。

上述した様に同化物質の転流が遅播によつて阻害される結果，開花に必要な滲透エネルギー源となる糖類の供給も不充分になつて，滲透圧も低下することは間接的ではあるが，開花中に於ける鱗被の含糖量及び重量変化より証明される。又鱗被中に於ける非還元糖に対する還元糖の比は invertase の作用の強弱を示すものと考えられるので（Thomas, 1932）遅播のもの程，此の種酵素の働きの弱いことを示しているのは極めて興味ある事と考へられる。何れにしても，上述の様な花器の生理的機能の弱さが，葯の裂開力に影響して，葯の不裂開，花粉飛散不能等の現象の根本的原因と考えることが出来よう。

播種期の遅延に伴なう不稔率の増加は各供試品種のもつている高温，長日に対する反応の程度，即ち春播性程度とは一応関係のないことは高温及び長日処理試験等より云えると思うが，ただ出穂期の早晩性との間には正の相関々係があることだけは認められる。

麦類の生育期間の温度が冷涼であることが望ましいことは周知の通りであるので，高温処理に依つて不稔率が増加することから推して考えて見ても，播種期の遅延に伴なう不稔の増加には生育期間の高温が大きい関係を持つていることは明白である。併し乍ら，圃場に栽植した場合には，生育期間の平均気温が，ガラス室より低いにも拘らず，不稔率は逆に大きい。これはガラス室栽培には小銹病の発生が殆ど無いに反して，圃場の遅播区では著しく，その発生を見る所から，播種期の遅延に伴なう不稔率の増加は生育期間の高温以外に更に小銹病の発生も亦関係していると思われるのであつて，高温に依る同化物質の呼吸作用等による消耗，更には小銹病等による衰弱も亦不稔発生の大る原因をなしているものと思われる。

V 摘　　要

殘存秋播性程度如何によつて生ずる不稔の機作の説明に用いた種々の考え方が，播種期の遅延に伴なつて生ずる不稔の機作の説明に適応出来るかどうかを知るため，此の実験を行つた。結果の大要次の通りである。

播種期が遅延すると，

1　不稔は著しく増加する。

2　転流効率が減少し，同化物質の營養生長部より生殖生長部への転流が不良になることを示す。而して，此の傾向は晩生のもの程著しい。

3　同化物質の転流の良否を表わす別の指数 C.L 率も減少する。

4　間接的に転流の良否を表わす稈長，千粒重等も減少する。

5　以上の様な各数値は何れも不稔率と密接な関係のあることが証明された。

これら転流効率の不良なものは，開花機能が低下して不授粉となり不稔を生ずる。

6　不稔率と春播性程度とは関係がないものと思われるが，早生のものは一般に不稔が少い。

以上よりして，残存秋播性の関与する不稔の発生機作の説明に用いた考え方が春播品種を用いての播種期試験に於ける不稔発生の場合の機作の説明にも適応出来ることが証明された。

終に臨み，此の實驗をする機會を與えて戴いた作物部長吉野至德技官，並びに實驗を行う上に種々御援助を得た後藤和男技官に感謝の意を表す。

引 用 文 獻

1. DOLGUSIN and LYSENKO, 1929: (After CHADWICK, D. 1935), Vernalization and phasic development of plants.
2. ENOMOTO, N., 1929: On the physiological difference between the spring and winter types in wheat and barley. Jour. Imp. Agr. Exp. Sta. Japan, 1, 107-138.
3. 柿崎洋一・鈴木眞三郎, 1937: 小麥に於ける出穗の生理に關する研究. 農事試驗場彙報, 第 3 卷, 第 1 號, 41-92.
4. MISONOO, G., 1934-1936: Ecological and physiological studies on the blooming of oat flowers. Jour. Facul. Agr., Hokkaido Imp. Univ., vol. 37, 211-333.
5. 仲尾政太郎, 1919: 禾穀類開花の機械的作用に就て. 札幌農林學會報, 第 10 卷, 1-12.
6. 繁村　親, 1937: 大麥及び小麥の感光性について. 日. 作. 紀, 第 1 卷, 3-32.
7. THOMAS, W., 1932: Composition of current and previous season's branch growth in relation to vegetative and reproductive responses in *Pyrus Malus* L., Plant. phys., vol. 7, 391-445.
8. 山本　正, 1952: 大麥の不稔性に關する研究. I. 不稔粒の生ずる機作について. 日. 作. 紀., 第 20 卷, 第 1-2 號, 80-84.
9. ———, 1952: 大麥の不稔性に關する研究. II. 殘存秋播性と轉流效率. 日. 作. 紀 (印刷中).

Résumé

The adoption of the idea that translocation efficiency explains the mechanism of sterility (YAMAMOTO, 1951) has provided a new method for the study of sterility in barley. The experiments described in this paper dealing with the date of sowing were carried out to ascertain whether the occurrence of sterility could be explained by the variation in translocation efficiency and also to obtain information on the causes of sterility which occurs with late sowing.

Sowings were made in field every tenth day from April 25 to May 25, 1950, with 14 varieties. As shown in Table 1, a high percentage of sterility occurs with delayed sowing. Translocation efficiencies, dWC/WL, indicating the intensity of migration of carbohydrates and other necessary materials for growth in plants from the vegetative to the reproductive organ were measured in three varieties—Australia, Moravia and Prumage-Archer—representing an early, medium and late maturing variety respectively amongst the fourteen. These efficiencies measured in these three varieties are closely connected with the increment in dry weight per floret of the reproductive organ, including culm and ear, as illu-

strated in Fig. 1. In the case of Australia, almost no fluctuation, and in the case of Moravia and Prumage-Archer, the progressive decreasing tendencies with delayed sowing are recognized respectively in each value of the above mentioned efficiency and increment.

Measuring of C.L ratios, Wc/WL, which indicate the average value of the translocation efficiencies, at the flowering time of each of six varieties shows the same close relation between these ratios and the increment in dry weight of the reproductive organ per floret as the translocation efficiency.

A fact that almost no differences are recognized in the leaf dry weight, irrespective of the less number of days from planting to earing with delayed sowing, proves that the decrease of C.L ratio with the delayed sowing is not due to the increase of leaf dry weight but to the decrease of culm dry weight. Considering from the above mentioned fact, it is obvious that the conditions favourable to vegetative growth are not always favourable to the reproductive growth. At any rate, the lower translocation efficiency due to the later sowing is a cause of the poor migration of materials from the vegetative to the reproductive organ resulting in the functional weakness of flowering, which is proved directly by the low osmotic pressure and sugar content in lodicules at the flowering time (Tables 9 and 10).

As sowing time is delayed, the length of main shoot and 1000-grain weight in each variety become short and light respectively, and this fact indicates that the migration of materials from the vegetative to reproductive organ is greater in early than in late sowing (Tables 7, 8 and 11). Moreover, it should be noted that these values of length and weight have fairly positive correlation with the C.L ratio, that is, they both have similar decreasing tendencies with the late sowing.

As a close relation between the intensity of autumn habit and occurrence of sterility has been recognized in the previous work (1951), so in the present work more studies were carried out to learn whether there is a relation between the intensity of spring habit and the occurrence of sterility. Intensity of the spring habit in a variety depends upon the sensitivity to day-length and temperature, moreover it is generally considered that the early maturing variety having less number of days from sowing to earing belongs in the variety with high spring habit. According to the results obtained from these 14 varieties subjected to this sowing date experiment, the number of days from sowing to earing has positive correlation with percentage incidence of sterility statistically at 5 % level of significance, that is, the earlier the earing, the less is the percentage of sterility.

The rate of acceleration in earing caused by late sowing with its attendant natural high temperature and long day, and also by the separate treatments of the artificial long day for 24 hours and high temperature in an unheated glass-house, indicates no positive correlation with the occurrence of sterility in these 14 varieties as shown in Tables 13, 14 and 15.

In general, sterility occurs in high percentage under the high temperature condition during growth period as seen from Table 16, but the occurrence of sterility is not so high in the glass-house as in the field in spite of high temperature condition. As the outbreak of rust is observed in the field trials with delayed sowing and none is observed in the glass-house, the higher percentage of sterility in the field than in the glass-house trial is probably due to the injury from the rust.

Accordingly, it may be reasonable to regard that the lower translocation efficiency attending with the late sowing is induced by the high temperature during growth period, the damage from the rust and the other unknown factors. And this lower translocation efficiency, causing the functional weakness in flowering with its resultant non pollination, is the main cause in the occurrence of sterility in this sowing date experiment.

採草地の栽培的研究

I. 赤クローバー，オーチヤードグラス，チモシー採草地の刈取頻度が收量並びに飼料成分に及ぼす影響

村上　馨*　佐野　洋**　岡部四郎***

CULTIVATION STUDIES ON MEADOWS. I. EFFECT OF CUTTING FREQUENCIES ON THE YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF RED CLOVER, ORCHARDGRASS AND TIMOTHY MEADOWS

By Kaoru MURAKAMI, Hiroshi SANO and Shiro OKABE

I 緒　言

赤クローバー，オーチヤードグラス及びチモシーは，現在北海道で栽培されている牧草中最も重要な位置を占め，大部分乾草に調製して冬季間の粗飼料として利用されているが，これ等牧草の採草地に於て，その刈取法，特に刈取期間の長短と刈取回数の差異が，收量，飼料成分及び生育に如何なる影響を及ぼすかを調査し，採草地に於ける牧草栽培上の基礎知識を得る目的を以つて本試験が行われた。

II 試験方法

試験は1948年に開始されたが，本試験は1949年（播種第2年目，收穫第1年目），1950年（播種第3年目，收穫第2年目）に施行した。

(イ) 処理　下記の処理を設けた。

作物 ＼ 處理	C_1 (6週間)	C_2 (8週間)	C_3 (10週間)	C_4 (開花盛期)
赤クロバー(Cl)	ClC_1	ClC_2	ClC_3	ClC_4
オーチヤードグラス(O)	OC_1	OC_2	OC_3	OC_4
チモシー(T)	TC_1	TC_2	TC_3	TC_4

(ロ) 試験区の配置　乱塊法，3反覆

(ハ) 一区面積　3.90 m×3.20 m としたが，周縁効果除去の爲收量調査面積は 3.10 m×2.50 m とした。

(ニ) 施肥　播種当年は，赤クローバーには反当過燐酸石灰 20 kg，オーチヤードグラス，チモシーには反当硫安 15 kg，過燐酸石灰 15 kg の割合に施肥し，播種第2，3年目には萠芽前に前記施肥量を各牧草に追肥した。

(ホ) 播種　播種量は反当赤クローバー 900g，オーチヤードグラス 2.5 kg，チモシー 2 kg の割合に撒播とした。

(ヘ) 收穫　5月17日に C_4 区を除く全区を一齊に刈取り，爾後は所定の收穫日に刈取を行つた。

(ト) 收量調査及び飼料分析，生草收量は收穫後直ちに秤量，乾物收量は生草收量×乾燥率として求めた。乾燥率は 100°C で7時間乾燥して求めた。飼料分析は，粗蛋白質に就ては各ブロツクの各プロツト，粗脂肪，粗纎維，灰分は1ブロツクの各プロツトについて分析を行つた。

III 試驗成績

I 生草收量

各処理別生草收量は，調査の結果第1表の通りで，第1表の1949年，1950年合計收量に就ての分散分析表を示せば第2表の通りである。第2表によれば，作物間にのみ有意差が認められ，其他

* 畜産部飼料作物研究室

** 元同研究室

*** 作物部普通作物第1研究室

には認められない。

第1表　處理別プロット當生草收量（kg）

Table 1　Green yields in kg. per plot in various cutting treatments.

處理	年次	赤クローバー 3ブロック合計	赤クローバー 平均	オーチヤードグラス 3ブロック合計	オーチヤードグラス 平均	チモシー 3ブロック合計	チモシー 平均	刈取別合計	平均
C_1	1949	93.945	31.315	64.900	21.633	51.570	17.190	210.415	23.379
	1950	70.290	23.560	64.525	21.508	56.070	18.640	190.885	21.209
	合計	164.235	27.373	129.425	21.571	107.640	17.920	401.300	22.294
C_2	1949	106.340	35.447	59.226	19.742	51.640	17.213	217.206	24.134
	1950	75.120	25.040	57.585	19.195	58.545	19.515	191.250	21.250
	合計	181.460	30.243	116.811	19.469	11.0185	18.364	408.456	22.692
C_3	1949	105.846	35.282	58.875	19.625	51.244	17.081	215.965	23.996
	1950	79.200	26.400	59.110	19.703	61.150	20.383	199.460	22.162
	合計	185.046	30.841	117.985	19.664	112.394	18.732	415.425	23.049
C_4	1949	111.000	37.000	59.530	19.843	40.800	13.600	211.330	23.481
	1950	112.400	37.467	71.515	23.838	77.390	25.797	261.305	29.034
	合計	223.400	37.233	131.045	21.841	118.190	19.698	472.635	26.258
合計	1949	419.131	139.044	242.531	80.843	195.254	65.085	854.916	94.990
	1950	337.010	112.337	252.735	84.244	253.155	84.385	842.900	93.656
	合計	754.141	125.690	495.266	82.544	448.409	74.735	1697.816	94.323

第2表　分散分析表

Table 2　Analysis of variance.

要因	D.F.	S. S.	M. S.	F.	要因	D.F.	S. S.	M. S.	F.
全體	71	6827.529	—	—	作物×年次	2	410.920	205.460	2.98
ブロック	2	16.198	8.099	—	作物×刈取回數	6	171.803	28.634	—
作物	2	2259.499	1129.749	16.41**	年次×刈取回數	3	210.513	70.171	1.02
刈取回數	3	177.499	59.166	—	誤差	52	3580.517	68.856	—
年次	1	0.580	0.580	—					

** 1%水準にて有意

(1)　作物間生草收量差の統計的有意性：　各處理別作物間の生草收量差は第3表の通りで，赤クローバーは C_1 を除く何れの處理に於てもオーチヤードグラス及びチモシーより多收であるが，オーチヤードグラスとチモシーとの間には統計的に收量差が認められない。

第3表　作物間のプロット當生草收量差（kg）

Table 3　Significant difference of green yield in kg. per plot between crops.

作物 ＼ 處理	C_1 オーチヤードグラス	C_1 チモシー	C_2 オーチヤードグラス	C_2 チモシー	C_3 オーチヤードグラス	C_3 チモシー	C_4 オーチヤードグラス	C_4 チモシー
赤クローバー	5.802	9.453	10.774*	11.879*	11.177*	12.109*	15.392**	17.535**
オーチヤードグラス	—	3.651	—	1.105	—	0.932	—	2.143

（註）差の有意性は1%水準で 12.827 kg，5%水準で 9.621 kg。

II　乾物收量

各處理別乾物收量は，第4表の通りであるが，1949年，1950年合計收量に就ての分散分析表を示せば第5表の如くである。第5表に依れば，作物

間，刈取回数間に有意差が認められる外，作物×年次，年次×刈取回数のインターアクションにも有意性が認められる。

第4表 處理別プロット當乾物收量 (kg)

Table 4 Oven-dry yields in kg. per plot in various cutting treatments.

處理	年次	赤クローバー 3ブロック合計	赤クローバー 平均	オーチヤードグラス 3ブロック合計	オーチヤードグラス 平均	チモシー 3ブロック合計	チモシー 平均	刈取別合計	平均
C_1	1949	18.494	6.165	14.579	4.859	14.276	4.759	47.349	5.261
	1950	13.515	4.505	14.717	4.906	14.940	4.980	43.172	4.797
	合計	32.009	5.335	29.296	4.883	29.216	4.870	90.521	5.029
C_2	1949	23.054	7.685	14.814	4.938	14.815	4.938	52.683	5.854
	1950	16.645	5.548	13.720	4.573	16.173	5.391	46.538	5.171
	合計	39.699	6.617	28.534	4.751	30.988	5.165	99.221	5.513
C_3	1949	25.472	8.491	14.799	4.933	17.002	5.667	57.273	6.364
	1950	17.122	5.707	14.737	4.912	19.223	6.408	51.082	5.676
	合計	42.594	7.099	29.536	4.923	36.225	6.088	108.355	6.020
C_4	1949	22.474	7.491	17.049	5.683	15.082	5.027	54.605	6.067
	1950	23.207	7.736	18.608	6.203	22.460	7.486	64.275	7.142
	合計	45.681	7.614	35.657	5.943	37.542	6.257	118.880	6.605
合計	1949	89.494	29.831	61.241	20.413	61.175	20.391	211.910	23.546
	1950	70.489	23.496	61.782	20.594	72.796	24.265	205.067	22.785
	合計	159.983	26.664	123.023	20.504	133.971	22.329	416.977	23.166

第5表 分散分析表

Table 5 Analysis of variance.

要因	D. F.	S. S.	M. S.	F.
全體	71	119.271	—	—
ブロック	2	2.956	1.478	2.86
作物	2	29.126	14.563	28.17**
刈取回數	3	23.634	7.878	15.24**
年次	1	0.639	0.639	1.24
作物×年次	2	20.944	10.472	20.26**
作物×刈取回數	6	5.250	0.875	1.69
年次×刈取回數	3	9.836	3.279	6.34**
誤差	52	26.891	0.517	—

** 1%水準にて有意

(1) 作物間乾物收量差の統計的有意性: 各処理別作物間の乾物收量差は第6表の通りで，赤クローバーは C_2, C_3, C_4 ではオーチヤードグラス及びチモシーより多収であるが，チモシーは C_3 処理のみオーチヤードグラスより多収となつている。

第6表 作物間のプロット當乾物收量差 (kg)

Table 6 Significant difference of oven-dry yield in kg. per plot between crops.

作物 ＼ 處理	C_1 オーチヤードグラス	C_1 チモシー	C_2 オーチヤードグラス	C_2 チモシー	C_3 オーチヤードグラス	C_3 チモシー	C_4 オーチヤードグラス	C_4 チモシー
赤クローバー	0.451	0.464	1.866**	1.452**	2.176**	1.115**	1.670**	1.369**
オーチヤードグラス	—	0.014	—	0.404	—	1.165**	—	0.301

(註) 差の有意性は1%水準で 1.111 kg，5%水準で 0.834 kg。

(2) 処理間乾物収量差の統計的有意性: 各処理間乾物収量差は第7表の通りであるが，各処理間の有意差の存在は明で，共の多収順位は $C_4 > C_3 > C_2 > C_1$ となり，刈取期間が短縮する程乾物収量は減少している。

第7表　各處理間の乾物收量差 (kg)

Table 7　Significant difference of oven-dry yield in kg. per plot between various cutting treatments.

	C_2	C_3	C_4
C_1	0.484*	0.991**	1.576**
C_2	—	0.508*	1.082**
C_3	—	—	0.585*

(註) 差の有意性は 1 %水準で 0.632 kg, 5 %水準で 0.473 kg。

III 飼料成分

1 粗蛋白質

(1) 粗蛋白質含有率: 赤クローバー，オーチヤードグラス及びチモシーの処理別各刈取日に於ける粗蛋白質含有率は，化学分析の結果第8表の如き結果を得た。

第8表　赤クローバー，オーチヤードグラス，チモシーの粗蛋白質含有率 (%)

Table 8　Crude protein percentage of red clover, orchardgrass and timothy on oven-dry basis.

處理	刈取日	年次	赤クローバー3ブロック平均	オーチヤードグラス3ブロック平均	チモシー3ブロック平均
C_1	月 日 5.17	1949	22.81	18.79	19.41
		1950	29.72	22.44	19.66
	6.28	1945	18.89	7.36	7.56
		1950	24.00	8.33	8.21
	8. 9	1949	16.52	—	—
		1950	21.16	15.28	15.24
	9.20	1949	24.24	9.51	8.99
		1950	27.00	16.59	16.75
	平均	1949	20.61	11.89	11.99
		1950	25.47	15.66	14.97
C_2	5.17	1949	23.56	18.50	18.07
		1950	28.11	22.85	19.81
	月 日 7.12	1949	15.21	6.24	6.14
		1950	23.51	7.71	6.95
	9. 6	1949	18.87	10.40	9.43
		1950	20.46	11.50	11.84
	平均	1949	19.21	11.71	11.21
		1950	24.03	14.02	12.87
C_3	5.17	1949	24.02	19.00	18.85
		1950	28.87	23.42	19.40
	7.26	1949	15.57	4.98	6.18
		1950	20.61	6.95	6.08
	10. 4	1949	23.39	11.02	8.88
		1950	21.48	11.82	11.85
	平均	1949	20.99	11.66	11.30
		1950	23.65	14.06	12.44
C_4	6.13	1949	—	9.48	—
		1950	—	9.20	—
	6.22	1949	14.86	—	—
		1950	19.08	—	—
	6.30	1949	—	—	6.67
		1950	—	—	6.84
	8. 6	1949	19.32	—	—
		1950	21.15	—	—
	10. 5	1949	21.61	—	—
		1950	23.36	—	—
	平均	1949	18.59	9.48	6.67
		1950	21.20	9.20	6.84

(2) 作物間，刈取日間粗蛋白質含有率差の統計的有意性: 各牧草の刈取日別ブロック平均粗蛋白質含有率は，第8表より第9表の如く書き換えられるが，此の分散分析表を示せば第10表の通りである。第10表に依れば，作物間，刈取日間及び年次間に有意差を認め得る。即ち，各牧草の各刈取日間に於ける粗蛋白質含有率差の統計的有意性は第11表の通りで，赤クローバーは何れの刈取日に於てもオーチヤードグラス及びチモシーよりその含量が多い。然し，オーチヤードグラスは，5

第9表　各刈取日に於ける粗蛋白質含有率（%）

Table 9　Crude protein percentage at each date of cutting on oven-dry basis.

作物 ＼ 刈取日	年次	5月17日	6月28日	7月12日	7月26日	9月6日	9月20日	10月4日	開花期	合計	平均
赤クローバー	1949	23.46	18.89	15.21	15.57	18.87	24.24	23.39	14.86	154.49	19.31
	1950	28.90	24.00	23.51	20.61	20.46	27.00	21.48	21.20	187.16	23.40
	平均	26.18	21.45	19.31	18.09	19.67	25.62	22.44	18.03	170.84	21.36
オーチヤードグラス	1949	18.76	7.36	6.24	4.98	10.40	9.51	11.02	9.48	77.75	9.72
	1950	22.93	8.33	7.71	6.95	11.50	16.59	11.82	9.20	95.03	11.88
	平均	20.85	7.85	6.98	5.97	10.95	13.05	11.42	9.34	86.41	10.80
チモシー	1945	18.78	7.56	6.14	6.18	9.43	8.99	8.88	6.67	72.63	9.08
	1950	19.62	8.21	6.95	6.08	11.84	16.75	11.85	6.84	88.14	11.02
	平均	19.20	7.89	6.55	6.13	10.64	12.87	10.37	6.75	80.40	10.05
合計	1949	61.00	33.81	27.59	26.73	38.70	42.74	43.29	31.01	304.87	12.70
	1950	71.45	40.54	38.17	33.64	43.80	60.34	45.15	37.24	370.33	15.43
	平均	22.08	12.39	10.96	10.06	13.75	17.18	14.74	11.38	112.54	14.07

第10表　分散分析表

Table 11　Analysis of variance.

要因	D. F.	S. S.	M. S.	F.	要因	D. F.	S. S.	M. S.	F.
全體	47	2181.088	—	—	作物×刈取日	14	62.773	4.483	1.76
作物	2	1278.728	689.364	250.63**	作物×年次	2	11.133	5.567	2.18
刈取日	7	660.732	94.390	37.00**	年次×刈取日	7	42.740	6.106	2.39
年次	1	89.271	89.271	34.99**	誤差	14	35.711	2.551	—

** 1%水準にて有意

第11表　各刈取日に於ける作物間の粗蛋白質含有率差（%）

Table 11　Crude protein percentage difference between crops at each date of cutting.

刈取日	5月17日		6月28日		7月12日		7月26日		9月6日		9月20日		10月4日		開花期	
作物	オーチヤードグラス	チモシー	オーチヤードグラス	チモシー	オーチヤードグラス	チモシー	オーチヤードグラス	チモシー	オーチヤードグラス	チモシー	オーチヤードグラス	チモシー	オーチヤードグラス	チモシー	オーチヤードグラス	チモシー
赤クローバー	5.33**	6.98**	13.60**	13.56**	12.38**	12.81**	12.12**	11.96**	8.72**	9.03**	12.57**	12.75**	11.02**	12.07**	8.69**	11.28**
オーチヤードグラス	—	1.65**	—	0.04	—	0.43	—	0.16	—	0.31	—	0.18	—	1.05**	—	2.59**

（註）差の有意性は 1%水準で 0.90%，5%水準で 0.67%。

月 17 日，10 月 4 日及び適期刈取の場合のみチモシーにまさつている。

2　粗蛋白質収量

各処理別粗蛋白質収量は第12表の通りである

第12表　處理別プロット當粗蛋白質收量（kg）

Table 12　Crude protein yield in kg. per plot in various cutting treatments.

處理	年次	赤クローバー		オーチヤードグラス		チモシー		刈取別合計	平均
		3ブロック合計	平均	3ブロック合計	平均	3ブロック合計	平均		
C_1	1949	3.666	1.222	1.538	0.513	1.441	0.480	6.645	0.738
	1950	3.358	1.119	2.262	0.754	2.244	0.748	7.864	1.874
	合計	7.024	1.176	3.800	0.634	3.685	0.614	14.509	0.806

處理	年次	赤クローバー 3ブロック合計	赤クローバー 平均	オーヤチードグラス 3ブロック合計	オーヤチードグラス 平均	チモシー 3ブロック合計	チモシー 平均	刈取別合計	平均
C_2	1949	3.958	1.319	1.472	0.491	1.383	0.461	6.813	0.757
	1950	3.874	1.291	1.905	0.635	2.019	0.673	7.798	0.866
	合計	7.832	1.305	3.377	0.563	3.402	0.567	14.611	0.812
C_3	1949	4.955	1.652	1.357	0.452	1.498	0.499	7.810	0.868
	1950	3.750	1.250	1.882	0.627	2.252	0.751	7.884	0.876
	合計	8.705	1.451	3.239	0.540	3.750	0.625	15.694	0.872
C_4	1949	4.057	1.352	1.624	0.541	1.005	0.335	6.686	0.743
	1950	4.609	1.536	1.712	0.571	1.538	0.513	7.859	0.873
	合計	8.666	1.444	3.336	0.556	2.543	0.424	14.545	0.808
合計	1949	16.636	5.545	5.991	1.997	5.327	1.776	27.954	3.106
	1950	15.591	5.197	7.761	2.587	8.053	2.684	31.405	3.489
	合計	32.227	5.371	13.752	2.292	13.380	2.230	59.359	3.298

第13表 分散分析表

Table 13 Analysis of variance

要因	D. F.	S. S.	M. S.	F.
全體	71	11.495	—	—
ブロック	2	0.041	0.021	1.50
作物	2	9.676	4.838	345.57**
刈取回數	3	0.055	0.018	1.29
年次	1	0.166	0.166	11.86**
作物×年次	2	0.370	0.185	13.21**
作物×刈取回數	6	0.449	0.074	5.29**
年次×刈取回數	3	0.033	0.011	—
誤差	52	0.705	0.014	—

** 1%水準にて有意

が，1949年，1950年合計收量に就ての分散分析表を示せば第13表の如くである。第13表に依れば作物間及び年次間に有意差が認められる外，作物×年次，作物×刈取回数のインターアクションに有意性が認められる。

(1) 作物間粗蛋白質收量差の統計的有意性:

各牧草の処理別粗蛋白質收量差をみると第14表の通りで，赤クローバーはC_1，C_2，C_3，C_4各処理に於てオーチヤードグラス及びチモシーより多収であり，オーチヤードグラスは何れの処理に於てもチモシーとは有意差が認められない。

次に各牧草の粗蛋白質收量に就て，個々に分析考察すれば以下の通りである。

第14表 作物間のプロット當粗蛋白質收量差 (kg)

Table 14 Significant difference of crude protein yield in kg. per plot between crops.

作物 \ 處理	C_1 オーチヤードグラス	C_1 チモシー	C_2 オーチヤードグラス	C_2 チモシー	C_3 オーチヤードグラス	C_3 チモシー	C_4 オーチヤードグラス	C_4 チモシー
赤クローバー	0.542**	0.562**	0.742**	0.738**	0.911**	0.826**	0.888**	1.020**
オーチヤードグラス	—	0.020	—	0.004	—	0.085	—	0.132

(註) 差の有意性は1%水準で0.183 kg，5%水準で0.137 kg。

(2) 各作物の粗蛋白質收量

(a) 赤クローバー: 第12表の赤クローバーの粗蛋白質收量に就て，分散分析を行えば第15表の通りで，刈取回数及び年次×刈取回数のインターアクションに有意性が認められるが，各処理間收量差の統計的有意性は第16表の示す如くなり，其の多收順位はC_4及び$C_3 > C_2 > C_1$となり刈

取期間が短縮する程収量逓減の傾向がみられる。但し C_4，C_3 間には有意差が存在しない。

第 15 表 分散分析表

Table 15 Analysis of variance.

要因	D. F.	S. S.	M. S.	F.
全體	23	0.942	—	—
ブロック	2	0.027	0.014	—
刈取回數	3	0.318	0.106	5.05*
年次	1	0.046	0.046	2.19
刈取回數×年次	3	0.264	0.088	4.19*
誤差	14	0.287	0.021	—

* 5 %水準にて有意

第 16 表 各處理間の粗蛋白質收量差 (kg)

Table 16 Significant difference of crude protein yield in kg. per plot between crops.

	C_2	C_3	C_4
C_1	0.129**	0.275	0.268**
C_2	—	0.146	0.139**
C_3	—	—	0.007

(註) 差の有意性は 1 %水準で 0.079 kg, 5 % 水準で 0.057 kg。

(b) オーチヤードグラス： 第 12 表からオーチヤードグラスの粗蛋白質收量に就て分散分析を行えば第 17 表の通りで，刈取回数間には有意性が認められないが，年次間には認められる。即ち，處理別年次間收量差の統計的有意性を示せば第19表の通りで，C_1，C_3 の收穫第 2 年目收量が初年目收量にまさつている。

第 17 表 分散分析表

Table 17 Analysis of variance.

要因	D. F.	S. S.	M. S.	F.
全體	23	0.305	—	—
ブロック	2	0.005	0.003	—
刈取回數	3	0.031	0.010	1.43
年次	1	0.130	0.130	18.57**
刈取回數×年次	3	0.035	0.012	1.71
誤差	14	0.104	0.007	—

** 1 %水準にて有意

第 18 表 年次間のプロット當粗蛋白質收量差 (kg)

Table 18 Significant difference of crude protein yield in kg. per plot between years.

處理	C_1	C_2	C_3	C_4
年次	1950	1950	1950	1950
1949	0.241**	0.138	0.175*	0.036

(註) 差の有意性は 1 %水準で 0.203 kg, 5 % 水準で 0.146 kg。

(c) チモシー： 第 12 表のチモシーの粗蛋白質收量に就て分散分析を行えば第 19 表の通りで，各要因に有意性が認められない。

第 19 表 分散分析表

Table 19 Analysis of variance.

要因	D. F.	S. S.	M. S.	F.
全體	23	2.266	—	—
ブロック	2	0.021	0.011	—
刈取回數	3	0.155	0.032	—
年次	1	0.310	0.310	2.46
刈取回數×年次	3	0.012	0.004	—
誤差	14	1.768	0.126	—

3 粗脂肪

各牧草の粗脂肪含有率は第 20 表の通りである

第 20 表 赤クローバー，オーチヤードグラス，チモシーの粗脂肪含有率 (%)

Table 20 Crude fat percentage of red clover, orchardgrass and timothy on oven-dry basis, 1950.

處理	刈取日	赤クローバー	オーチヤードグラス	チモシー
C_1	月 日 5.17	5.69	5.30	4.22
	6.28	3.10	3.40	2.55
	8. 9	3.42	5.38	4.46
	9.20	5.20	4.62	4.61
	平均	4.35	4.68	3.96
C_2	5.17	5.65	5.53	4.71
	7.12	4.17	3.98	2.60
	9. 6	4.18	5.31	4.79
	平均	4.67	4.94	4.04
C_3	5.17	5.65	5.04	4.91
	7.26	3.82	3.81	2.86
	10. 4	3.89	4.34	4.45
	平均	4.45	4.40	4.09
C_4	6.13	—	2.86	—
	6.22	2.33	—	—
	6.30	—	—	2.48
	8. 6	3.57	—	—
	10. 5	4.84	—	—
	平均	3.58	2.86	2.48

第21表 分散分析表

Table 21 Analysis of variance.

要因	D. F.	S. S.	M. S.	F.
全體	26	25.168	—	—
刈取日	8	19.040	2.380	8.69**
作物	2	1.744	0.872	3.18
誤差	16	4.384	0.274	—

** 1%水準にて有意

が，各作物間及び刈取日間に含有率に有意差が存在するか否かに就ては第21表の通りである。第21表に依れば，刈取日間にのみ有意性が認められる。

4 粗纎維

各牧草の粗纎維含有率は第22表の通りであるが，各作物間及び刈取日間にその含有率に有意差が存在するか否かに就ては第23表の通りである。第23表に依れば，刈取日間及び作物間に有意性を認めうる。

第22表 赤クローバー，オーチヤードグラス，チモシーの粗纎維含有率（%）

Table 22 Crude fibre percentage of red clover, orchardgrass and timothy on oven-dry basis, 1950.

處理	刈取日	赤クローバー	オーチヤードグラス	チモシー
C_1	月日 5.17	11.05	23.07	20.03
	6.28	18.24	30.68	31.72
	8. 9	23.42	28.47	25.42
	9.20	20.01	25.03	22.99
	平均	18.18	26.81	25.04
C_2	5.17	12.08	23.43	19.95
	7.12	30.43	30.90	31.51
	9. 6	26.93	28.30	23.05
	平均	23.15	27.54	24.84
C_3	5.17	11.78	23.94	19.16
	7.26	26.83	35.60	29.52
	10. 4	24.63	30.23	23.10
	平均	21.08	29.92	23.93
C_4	6.13	—	29.86	—
	6.22	30.65	—	—
	6.30	—	—	31.27
	8. 6	22.93	—	—
	10. 5	30.11	—	—
	平均	27.90	29.86	31.27

第23表 分散分析表

Table 23 Analysis of variance.

要因	D. F.	S. S.	M. S.	F.
全體	26	707.799	—	—
刈取日	8	411.326	51.416	5.18**
作物	2	137.699	68.850	6.94**
誤差	16	158.774	9.923	—

** 1%水準にて有意

5 灰分

各牧草の灰分含有率は第24表の通りであるが，

第24表 赤クローバー，オーチヤードグラス，チモシーの灰分含有率（%）

Table 24 Ash percentage of red clover, orchardgrass and timothy on oven-dry basis, 1950.

處理	刈取日	赤クローバー	オーチヤードグラス	チモシー
C_1	月日 5.17	11.48	12.30	10.18
	6.28	12.62	12.28	9.39
	8. 9	10.26	16.49	14.02
	9.20	13.28	15.73	13.73
	平均	11.91	14.20	11.83
C_2	5.17	11.83	13.05	9.79
	7.12	11.93	12.41	8.69
	9. 6	8.98	14.51	11.51
	平均	10.91	13.22	10.00
C_3	5.17	11.58	12.56	9.47
	7.26	9.62	12.66	6.93
	10. 4	10.92	15.02	10.52
	平均	10.59	13.41	8.97
C_4	6.13	—	10.32	—
	6.22	11.27	—	—
	6.30	—	—	8.68
	8. 6	9.37	—	—
	10. 5	10.25	—	—
	平均	10.30	10.32	8.68

第25表 分散分析表

Table 25 Analysis of variance.

要因	D. F.	S. S.	M. S.	F.
全體	26	158.018	—	—
刈取日	8	53.584	6.698	1.98
作物	2	50.167	25.084	7.40**
誤差	16	54.267	3.392	—

** 1%水準にて有意

各作物間及び刈取日間にその含有率に有意差が存在するか否かに就ては第 25 表の通りで，作物間にのみ有意性が認められる。

Ⅳ 考　　察

1949 年，1950 年の試験結果によれば，赤クローバーは生草收量及び乾物收量では C_2，C_3，C_4，粗蛋白質收量では C_1，C_2，C_3，C_4 の各処理に於て，オーチヤードグラス及びチモシーより多収であり，オーチヤードグラスは，生草收量ではチモシーとは統計的に有意差が認められないが，各処理に於て多収の傾向を示している。乾物收量では C_3 処理のみ有意差が認められチモシーに劣つているが，其他の処理に於ても同様の傾向は見られる。然し，粗蛋白質收量ではチモシーとの間に有意差は認められない。之はオーチヤードグラスがチモシーに比し稍高い粗蛋白質含有率を示していることに依ると考えられる。

又相異る刈取法が收量に与える影響は，乾物收量に於ては，全体の分散分析では $C_4 > C_3 > C_2 > C_1$ の順序となり，明に刈取期間の短縮する程收量逓減の傾向がみられる。又生草收量に於ても同様の傾向がみられる。粗蛋白質收量では各処理間に有意差が認められないが，個々の牧草に就て分散分析を行うと，赤クローバーのみは刈取期間が短縮する程收量逓減の傾向がみられるのに反し，オーチヤードグラス及びチモシーでは各処理間には何ら有意差を認め得ず，刈取期間の長短に依る收量差は存在していない。斯る牧草は，寧ろ年次間收量差が顕著で，オーチヤードグラスでは C_1，C_3 のみ有意差が認められ，収穫第 2 年目收量が初年目にまさつているが，C_2，C_4 でも同様の傾向はみられる。又チモシーでは，分散分析に依る年次間收量差には有意性が認められなかつたが，オーチヤードグラス同様の傾向は示されている。

各刈取日に於ける粗蛋白質含有率は，作物別に比較すると，赤クローバーはオーチヤードグラス及びチモシーより其の含量が高いが，オーチヤードグラスは 5 月 17 日，10 月 15 日及び開花期刈取の場合のみチモシーよりその含量が高い。特に 5 月 17 日刈取は開花期刈取に比し，赤クローバーでは約 1.5 倍，オーチヤードグラスでは 2 倍，チモシーでは 3 倍弱の高い含有率を示しているが，之は早春の若草利用と云う極めて飼料価大なる牧草を得る爲の一示唆を与えている。然し草丈が伸長する程，又草丈が余り伸長していなくとも，莖の葉に対する割合を増加する時は粗蛋白質含量を減少している。

本試験によれば，赤クローバーは頻繁な刈取に依り却えつて收量を減少する傾向があり，粗蛋白質收量を出来る丈大にして飼料価にとむ飼料を得る爲には，従来行われている適期刈取で所謂開花期を標準とする 3 回刈取か又は，刈取間隔を出来る丈長くする 10 週間間隔刈取（年 3 回刈取）が望ましい。又オーチヤードグラス及びチモシーは刈取頻度の増加による粗蛋白質收量の減少は顕著でなく，寧ろ総收量に於ては増加の傾向にある爲，刈取後の再生力の旺盛と相俟つて，放牧草として他牧草との併用にも恰適していると考えられる。而て両牧草を比較すれば，収穫第 1 年目はオーチヤードグラスは粗蛋白質收量に於てまさつているが，第 2 年目に於てはチモシーの生育旺盛となり，殆んど之に匹敵する牧草となつている。

Ⅴ 摘　　要

赤クローバー，オーチヤードグラス及びチモシー採草地の刈取頻度を C_1（6 週間），C_2（8 週間），C_3（10 週間）間隔及び C_4（開花期刈取）の 4 処理とし，各々が收量，飼料成分に及ぼす影響に就て調査した。その結果は次の如くである。

(1) 生草收量は，赤クローバーは C_2，C_3，C_4 処理に於て，オーチヤドグラス及びチモシーにまさつているが，オーチヤードグラスはチモシーとは各処理に於て統計的に收量差を認め得ない。

(2) 乾物收量は，赤クローバーは C_2，C_3，C_4 処理に於て，オーチヤードグラス及びチモシーにまさつているが，オーチヤードグラスは C_3 処理の場合のみチモシーにまさり統計的に收量差を認め得る。

(3) 粗蛋白質收量は，赤クローバーは C_1，C_2，C_3 の各処理に於て，オーチヤードグラス及びチモシーにまさつているが，オーチヤードグラスとチモシーとの間には統計的に收量差を認め得ない。

(4) 粗蛋白質収量を各牧草に就てみると，特に次の如き関係が顕著である。

(イ) 赤クローバー　刈取法を異にすることにより，各処理間に収量差を生ずることは明で，その多収順位は C_4 及び$C_3>C_2>C_1$ となる。

(ロ) オーチヤードグラス　年次間に収量差が存在することは明で，特に C_1，C_3 処理の場合は統計的に収穫第2年目が初年目にまさつている。同様の傾向は C_2，C_4 に於てもみられる。然し刈取法を異にすることに依る処理間収量差は統計的に認められない。

(ハ) チモシー　刈取回数間，年次間には分散分析に依る有意性は認められないが，年次間収量差が存在し収穫第2年目が初年目にまさる傾向はみられる。

(5) 異る処理が乾物収量に与える影響は，$C_4>C_3>C_2>C_1$ の多収順位となり，刈取回数が増加する程収量逓減の傾向がみられる。

(6) 粗蛋白質含有率は，各刈取日に於て，赤クローバーはオーチヤードグラス及びチモシーより高いが，オーチヤードグラスは5月17日，10月4日及び開花期刈取の場合のみチモシーよりその含量が高い。

(7) 粗脂肪含有率は，作物間には有意差が認められないが，刈取日間には有意差が存在する。

(8) 粗繊維含有率は，作物間及び刈取日間に夫々有意差が認められる。

(9) 灰分含有率は，刈取日間には有意差が認められないが，作物間には認められる。

参考文献

1) Paterson, D. D., 1933: Influence of time of cutting on the growth, yield and composition of tropical fodder grass, I. Elephant grass (*Pannisetum purpureum*). Jour. Agr. Sci., 23, 615-641.

2) Paterson, D. D., 1935, The growth, yield and composition of certain tropical fodders. Jour. Agr. Sci., vol. 25, 369-394.

3) Ahlgren, H. L., 1938: Effect of fertilization, cutting treatments, and irrigation on growth of forage and chemical composition of the rhizomes of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). Jour. Amer. Soc. Agron., vol. 30, 683-691.

Résumé

A study of the effect of frequency of cutting on the growth, yield and chemical composition of red clover (*Trifolium pratense* L.), orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) and timothy (*Phleum pratense* L.) meadows was made at Hokkaido Agricultural Experiment Station, during 3 growing season 1948 to 1950.

The cutting frequencies selected were:

C_1, cut every 42 days or 4 times per year.

C_2, 〃 56 〃 3 〃

C_3, 〃 70 〃 3 〃

C_4, cut every full bloom stage or 3 times per year in red clover and once per year in grasses.

The results are summarized as follows:

1. Red clover produced more significant green yield than orchardgrass and timothy in C_2, C_3, C_4, however, there were no significant differences in green yield between orchardgrass and timothy.

2. Red clover produced more significant oven-dry yield than orchardgrass and timothy in C_2, C_3, C_4, however, orchardgrass produced more significant oven-dry yield in only C_3.

3. Red clover produced more significant crude protein yield than orchardgrass and timothy in C_1, C_2, C_3, C_4, however, there were no significant differences in crude protein yield between orchardgrass and timothy.

4. In regard to crude protein yield of each crops, the following results were remarkable.

(a) Red clover

There was a significant and progressive decreasing order, C_4 and $C_3>C_2>C_1$, in yield due to cutting treatments.

(b) Orchardgrass

It was evident that the crude protein yield of C_1 and C_2 was higher in the 2nd harvest year than in the

1st year, and the same tendency was recognized in C_3, C_4. But, there were no significant differences in yield between the four treatments due to cutting.

(c) Timothy

There were no significant differences in yield between four treatments and each year.

5. On the relation between cutting treatments and oven-dry yield, there was a significant and progressive decreasing order, $C_4 > C_3 > C_2 > C_1$.

6. Crude protein percentage of red clover was significantly higher than orchardgrass and timothy at each date of cutting. However, in orchardgrass, it was significantly higher on May 19, October 4 and at full bloom stage than timothy.

7. By the analysis of variance of crude fat, crude fibre and ash percentage, the following results were obtained.

	Crude fat	Crude fibre	Ash
Between crops	not sig.	sig.	sig.
Between date of cutting	sig.	sig.	not sig.

甜菜根中の造蜜性非糖分，特に有害性窒素について（第1報）

細 川 定 治* 大 島 栄 司*

INVESTIGATIONS ON THE HARMFUL NON-SUGAR SUBSTANCES IN SUGAR-BEET ROOT, WITH SPECIAL REFERENCE TO THE SO-CALLED HARMFUL NITROGEN. 1

By Sadazi HOSOKAWA and Eizi OSHIMA

緒 言

甜菜より蔗糖を製造する際，製糖工程の清澄作業によつて糖汁中より除く事の出来ない非糖物質がある。之等の物質は蔗糖の結晶化を妨害し廃糖蜜生成に関与するもので，之等の物質の甜菜根中に於ける含量の如何は，甜菜の製糖上の品質を評価する上に大きな意義を持つものである。之等の物質は無機及び有機の成分より成り，その製糖操作に及ぼす影響は一様でなく，ある物は糖汁中に滲出されても清澄剤によつて容易に除く事が出来て何等影響を及ぼさないが，又ある物は濃縮汁迄残留して蔗糖の結晶化を妨害し，製糖歩止を著しく低下させる物もある。此の様に廃糖蜜迄移行して来る物質を製糖上有害性非糖分と称し，特に此の様に造蜜性のある含窒素化合物の含有窒素を有害性窒素 (harmful nitrogen) と称する。甜菜の製糖的価値に関するすべての要素の中で窒素含量の問題は最も重要な意義を持つものの一つである。[10] HERZFELD や ANDRLIK 等は有害性窒素の研究を行い，全窒素より蛋白態窒素とアミドより硫酸々性による加水分解により生じたアンモニヤ及び遊離のアンモニヤの窒素との合量を差引いたものを以て有害性窒素とした。[2] 尚 ANDRLIK は1部の有害性窒素は25部～27部の蔗糖を非結晶糖として廃糖蜜中に残留させるものであると述べているが，この数値は其の後多くの実験によつて確認されている。[13] 其の後 VONDRAK, STANEK 及び PAVLAS[12] 等により有害性窒素の主成分はアミノ酸及びアミドの窒素でその他ベタイン等の塩基性窒素，核酸の分解物等である事が闡明せられ，その定量法も銅指薬による比色で行う簡便な方法が案出されるに至つた。以上の様に甜菜製糖業に於ける甜菜の価値は，単に収量の増大含糖量の多少のみに依るものではなく，非糖物質特に有害性窒素の含量の多少が大きな意義を持つている。現在欧米の甜菜栽培先進国では，有害性窒素の分析が原料の良否判定上の必須事項として行われており，特に最近では育種面に於ても有害性窒素の問題が重要視されて来ている。然るに最近北海道に於ける甜菜糖業の製糖歩止は第1図に示せる如く

第1圖 帯廣，士別，磯分内，3製糖所の平均根中糖分及び製糖歩止

Fig. 1 Average sucrose % and sugar yield of Obihiro, Shibetsu and Isobunnai Sugar Factories.

非常に低下を示しているが，之に関する基礎的な調査が殆んどないので著者等は種々調査を行つているが，現在迄予備的に行つた調査結果を取纏めてここに報告する。

供試材料及び實驗方法

* 作物部特用作物第1研究室

供試品種　「本育 192 号」

實驗 I　昭和 23 年に行われた。實験材料は甜菜標準耕種法により試驗場圃場に栽培せられたもので，その内形及び大いさが近似し重量が約 500 g のもの 30 箇体をとり第 2 図の如き部分に分け，スライサーにより糜状としその搾汁について分析を行つた。

實驗 II　昭和 25 年に前者と同様の耕種法により直徑 60 cm の土管ポットを用いて行われた。土管ポットは播種にさきだち深さ 1.5 尺に掘り下げて，之に新しく養肥分の少ない砂壤土をよく混合して充塡し，1 ポット当の個体数は 3 箇体とし 3 区制で行つた。此の場合分析試料としては糜状パルプを用いた。分析法は糖分は常法により，有害性窒素の分析法は ANDRLIK の間接法によつた。即ち水酸化銅の添加により蛋白質を除き，濾液の 1 部でケールダール法により全窒素を定量し，他の 1 部でシュルチエの方法でアンモニヤ及びアミド態窒素を定量し，両者の差を有害性窒素とした。

實驗 III　前と同じく昭和 25 年の 8 月より 10 月に亘つて，ペーパー・パーテイツション・クロマトグラフ法により，生育中の甜菜及び廃糖蜜中のアミノ酸及びアミドの定性分析を行つたもので，使用した溶媒は含水（20 %）フエノール及びノルマルブタノール，氷醋酸，水の混液で上昇法を用いた。廃糖蜜は昭和 24 年産の士別，帯広及び磯分内の各製糖所のものである。

實驗結果及び考察

實驗 I　甜菜根中に於ける有害性窒素の分布

甜菜根中に於ける糖分並びに有害性窒素の分布状態に就いて調査を行つた。即ち甜菜根を第 2 図の如く正タツピングの部分を中心として上下 5 cm 宛の間隔に分け，更に輪層に沿うて切断して之を 13 の部分に分けて分析を行つた。その結果は第 1 表，第 2 表に示した。之により有害性窒素の分布状態を見ると，正タツピング根では根の下端部より頭部に近くなるに従つて有害性窒素の含量が多くなる傾向が認められ，又内部より外層に多い傾向も認められるが，根の中心部の⑦⑧の部分が最も少ない。頭部即ち①②の部分には有害性窒素の含量

第 2 圖　甜菜根の分析區分

Fig. 2　Analytical division of beet-root.

第 1 表　甜菜根中に於ける糖分の分布

Table 1　Distribution of sucrose in beet-root.

區別	根中糖分 (%)	Brix (%)	P. R	純糖率 (%)
1	10.02	14.0	39.0	75.34
2	12.78	15.8	50.0	85.15
3	15.11	17.0	59.5	93.56
4	14.89	16.4	58.5	95.56
5	14.63	16.9	57.5	91.12
6	13.55	15.8	53.0	90.24
7	15.37	17.0	60.5	95.17
8	15.85	17.5	62.5	95.34
9	16.00	17.5	63.0	95.11
10	14.51	16.4	57.0	93.14
11	15.25	17.0	60.0	94,42
12	15.02	16.8	59.0	94.11
13	10.17	13.5	41.5	83.35

第 2 表　甜菜根中に於ける各態窒素の分布

Table 2　Distribution of nitrogenous compounds in beet-root.

區別	全窒素 %	蛋白態窒素 (%)	可溶性窒素 (%)	アミド及びアンモニヤ態窒素 (%)	有害性窒素 (%)	蔗糖百に對する非結晶糖率	蔗糖百分中の有害性窒素
1	0.4419	0.2361	0.2058	0.0119	0.1940	4.85	1.940
2	0.3980	0.1900	0.2080	0.0084	0.1996	4.99	1.562
3	0.1080	0.0828	0.0252	0.0040	0.0212	0.53	0.140
4	0.0993	0.0799	0.0194	0.0038	0.0156	0.39	0.105
5	0.1576	0.1364	0.0212	0.0043	0.0169	0.42	0.116
6	0.1715	0.1483	0.0232	0.0049	0.0183	0.46	0.135
7	0.1151	0.0900	0 0251	0.0026	0.0093	0.23	0.061
8	0.1051	0.0878	0.0173	0.0020	0.0153	0.38	0.097
9	0.0763	0.0561	0.0202	0.0018	0,0184	0.46	0.115
10	0.1173	0.0921	0.0252	0.0037	0.0215	0.53	0.148
11	0.0864	0.0770	0.0094	0.0011	0.0083	0.21	0.054
12	0.1353	0.1209	0.0144	0.0033	0.0111	0.28	0.074
13	0.1008	0.0892	0.0116	0.0017	0.0098	0.25	0.096

頭部①を100とした割合

區　別	全窒素 (%)	蛋白態窒素 (%)	可溶性窒素 (%)	アミド及アンモニヤ態窒素 (%)	有害性窒素 (%)
1	100	100	100.0	100	100
2	90	81	101.0	71	102
3	24	35	12.0	33	11
4	22	34	9.4	32	8
5	36	58	10.3	36	9
6	39	63	11.3	42	9
7	26	38	12.2	22	5
8	24	37	8.4	17	8
9	17	24	9.8	15	9
10	27	39	12.2	32	11
11	20	33	4.6	9	4
12	31	52	7.0	28	6
13	23	38	5.6	14	5

が極めて多く，根の中心部に比べて約20倍もの有害性窒素を含有している。即ち甜菜根を製糖用に供する場合頭部の附着した原料は製糖歩止を著しく低下させるので，タツピングにより頭部を取除く事が行われているが，それはこの様に頭部に多く含まれてる有害性窒素が歩止低下の大きな原因となる事によるものと考えられる。糖分の分布状態をみると頭部と根の下端部が少なく中心部が多い。尚各部分の糖分と全窒素の間にはマイナスの相関 ($\gamma=-0.6198$※)のある事が認められた。

實驗 II　肥料三要素と有害性窒素の集積

窒素，燐酸及び加里の肥料三要素が有害性窒素の集積に如何なる影響を及ぼすかに就て調査を行つた。その結果は第3，4，5表の如くである。三要素に就いて要因分析を行つた結果によれば，全窒素では新鮮物，無水物を通じて燐酸の單用及び燐酸と加里の併用による含有率の減少に就て統計的な有意差が認められる。有害性窒素は新鮮物では燐酸單用の効果が認められるが，無水物では統計的な有意差は認められなかつた。但し平均値では燐酸を含む区は何れも全窒素並びに有害性窒素の含量が少ない傾向が認められる。即ち燐酸の効果が認められ，燐酸を充分に施与する事により甜菜根中の全窒素の減少，凝固性の窒素（主として蛋白態窒素）の増加，可溶性窒素並びに有害性窒素を減少せしめ得るものと考えられる。尚加里の効果はこの場合判然としなかつた。

第3表　肥料三要素試驗に於ける糖分分析表

Table 3　Effect of three elemental fertilizers on sucrose.

試驗區別	菜根平均1ケ重量 (瓦)	Brix (%)	根中糖分 (%)	純糖率 (%)	菜根1ケ當可製糖量 (瓦)
無肥料區	31.8	21.13	—	—	—
窒素單用區	36.6	20.90	—	—	—
燐酸單用區	203.8	19.59	16.76	90.10	31.2
加里單用區	126.6	21.26	17.06	84.37	17.9
無加里區	310,5	18.68	15.65	88.12	42.2
無窒素區	271.7	18.64	15.88	86.80	37.5
無燐酸區	69.6	21.16	18.22	90.67	11.5
三要素區	278.7	18.38	15.83	90.55	39.9

第4表　肥料三要素試驗に於ける各態窒素分析表

Table 4　Effect of three elemental fertilizers on nitrogenous compounds.

	新鮮物100分中							無水物100分中					
試驗區別	全窒素	蛋白態窒素	可溶性窒素	アミド及アンモニヤ態窒素	有害性窒素	蔗糖百に對する非結晶糖率	蔗糖百分中有害性窒素	全窒素	蛋白態窒素	可溶性窒素	アミド及アンモニヤ態窒素	有害性窒素	水分 (%)
無肥料區	0.297	0.189	0.108	0.0239	0.0840	2.10	—	1.228	0.779	0.449	0.098	0.352	75.54
窒素單用區	0.280	0.188	0.091	0.0184	0.0729	1.82	—	1.201	0.807	0.394	0.080	0.314	76.45
燐酸單用區	0.206	0.123	0.082	0.0148	0.0668	1.67	0.399	0.938	0.565	0.373	0.069	0.305	78.25
加里單用區	0.208	0.153	0.055	0.0151	0.0389	0.97	0.228	0.910	0.669	0.241	0.067	0.175	77.06
無加里區	0.161	0.114	0.046	0.0215	0.0248	0.25	0.158	0.690	0.491	0.199	0.093	0.106	75.88
無窒素區	0.182	0.118	0.064	0.0175	0.0466	1.17	0.293	1.101	0.712	0.389	0.106	0.283	83.46
無燐酸區	0.238	0.148	0.090	0.0164	0.0740	1.85	0.406	1.022	0.630	0.393	0.068	0.325	76.65
三要素區	0.166	0.115	0.050	0.0113	0.0390	0.98	0.246	0.805	0.562	0.243	0.055	0.187	79.34

第5表 全窒素及び有害性窒素分散分析表

Table 5 Analysis of variance of total nitrogen and harmful nitrogen.

全窒素新鮮物分散分析表

Total nitrogen in freshmatter.

	S.S	D.F	M.S	F
P	36270	1	36270	44.78**
K	8251	1	8251	10.19**
N	805	1	805	—
P×K	4789	1	4789	5.91*
P×N	1999	1	1999	2.47
N×K	2110	1	2110	2.60
P×N×K	144	1	144	—
全體	67323	23		
誤差	12955	16	810	

全窒素無水物分散分析表

Total nitrogen in drymatter.

	S.S	D.F	M.S	F
P	257301	1	257301	9.37**
K	17985	1	17985	—
N	79235	1	79235	2.89
P×K	224848	1	224848	8.19*
P×N	148366	1	148366	5.41*
N×K	3197	1	3197	—
P×N×K	13206	1	13206	—
全體	1183290	23		
誤差	439152	16	27447	

有害性窒素新鮮物分散分析表

Harmful nitrogen in freshmatter.

	S.S	D.F	M.S	F
P	328068	1	328068	5.81*
K	71020	1	71020	1.61
N	26401	1	26401	—
P×K	51709	1	51709	—
P×N	197291	1	197291	3.49
N×K	238403	1	238403	4.22
P×K×N	4373	1	4373	—
全體	1840568	23		
誤差	903303	16	56456	

有害性窒素無水物分散分析表

Harmful nitrogen in drymatter.

	S.S	D.F	M.S	F
P	27812	1	27812	2.020
K	3291	1	3291	—
N	10712	1	10712	—
P×K	17013	1	17013	1.24
P×N	65625	1	65625	4.77*
N×K	28910	1	28910	2.10
P×K×N	1927	1	1927	—
全體	375215	23		
誤差	219925	16	13745	

實驗 III ペーパー・パーテイツシヨン・クロマトグラフ法による廢糖蜜及び甜菜汁液の定性分析

緒言に於て述べた様に，分析上からは甜菜の有害性窒素は有害性アミノ態窒素を定量する事によつても極められ，これは有害性窒素の一部分であるが全有害性窒素と關係を持つものである。著者等は甜菜汁液及び廢糖蜜中に如何なる種類のアミド及びアミノ酸が存在するかに就てペーパー・パーテイツシヨン・クロマトグラフ法により定性分析を行つた。其の結果檢出されたアミド及びアミノ酸は9種類で汁液中にはその他不明のものが1つある。結果は第6,7表の如くである。以上の結果から見て，廢糖蜜中に含有せられているアミノ酸はその大部分が甜菜根中のものが滲出せられてその儘廢糖蜜迄移行したものと考えられ，根部の蛋白質等が製造工程中に分解されて二次的に生じたと考えられるものは特別にはない。廢糖蜜及び甜菜汁液中のアミド及びアミノ酸を比較して見ると，共通に存在するものは，アスパラギン，アスパラギン酸，グリシン，グルタミン酸，チロシン，アラニン，バリン，ロイシン等である。汁液中にはグルタミンが存在し廢糖蜜中にはグルタミンの存在は確認されない，之は製糖工程中に加水分解せられて脱アミノしたものと考えられるが，アスパラギンのみは微量アミドのまま分解せられずに移行する事が認められる。尙根部汁液中には不明のものが1つあり，之はその Rf 値などよりしてアミノ酪酸と推定されるが，標準の試薬がなく確認出來なかつた。尙螢光燈による發光物質も2〜3認められたが判然としなかつた。

第6表　廢糖蜜のペーパークロマトグラフ
Table 6　Paper chromatography of molasses.

溶媒　n－ブタノール－氷醋酸－水（4：1：1）
20°C　6時間展開

	アスパラギン	アスパラギン酸	グリシン	グルタミン酸	アラニン	チロシン	?	バリン	ロイシン
士別	0.12	0.16	0.18	0.23	0.31	0.42	0.48	0.55	0.71
	0.11	0.16	0.18	0.24	0.31	0.40	0.49	0.56	0.71
帯廣	0.12	0.17	0.21	0.26	0.33	0.41	0.49	0.57	0.71
	0.11	0.17	0.19	0.23	0.29	0.41	0.49	0.57	0.72
磯分内	0.11	0.17	0.19	0.24	0.30	0.38	0.47	0.56	0.70
	0.12	0.17	0.20	0.25	0.33	0.41	0.47	0.57	0.71

溶媒　80％　フエノール　25°C　6時間展開

	アスパラギン酸	グルタミン酸	グリシン	アスパラギン	チロシン	アラニン	バリン	ロイシン
士別	0.14	0.24	0.33	0.38	0.51	0.57	0.75	—
	0.14	0.25	0.32	0.38	0.51	0.58	0.77	—
帯廣	0.13	0.24	0.34	0.40	—	0.61	0.77	—
	0.12	0.22	0.32	—	—	0.59	0.76	—
磯分内	0.14	0.24	0.34	0.38	—	0.59	0.76	—
	0.12	0.23	0.33	—	—	0.60	0.75	—

第7表　甜菜根の汁液のペーパークロマトグラフ
Table 7　Paper chromatography of beet-root juices.

溶媒　n－ブタノール－氷醋酸－水（4：1：1）

	グルタミン	アスパラギン	アスパラギン酸	グリシン	グルタミン酸	アラニン	チロシン	?	バリン	ロイシン
試料 1	0.08	0.10	0.14	0.16	0.19	0.26	0.36	0.42	0.52	0.65
	0.08	0.10	0.14	0.17	0.19	0.25	0.36	0.42	—	0.67
	0.08	0.10	0.14	—	0.18	0.23	0.35	0.42	—	0.63
試料 2	0.09	0.13	—	—	0.19	0.27	—	0.44	0.53	0.70
	0.09	0.13	0.14	—	0.21	0.27	—	0.44	0.52	0.67
試料 3	0.07	0.09	0.12	0.14	0.19	0.24	0.33	0.41	0.49	0.64
	0.06	—	0.11	0.13	0·20	0.27	—	0.40	0.49	0.65

溶媒　80％フエノール

	アスパラギン酸	?	グルタミン酸	グリシン	アスパラギン	グルタミン	チロシン	アラニン	バリン	ロイシン
試料 4	—	0.07	0.15	0.23	0.35	0.44	—	0.62	0.78	—
	0.05	0.07	0.16	0.25	0.38	0.47	0.56	0.63	0.82	—
	0.05	0.10	0.17	0.25	0.35	0.44	0.52	0.59	0.79	0.90

試料 1　17°C　6.5時間展開
試料 2　19°±1°C　7.0時間展開
試料 3　18°±2°C　15.0時間展開
試料 4　17°C　6.5時間展開

摘　　要

1)　甜菜の製造工程に於いて蔗糖の結晶化を妨害し，廢糖蜜を生成せしめる有害性非糖分のうち，特に有害性窒素に関し調査を行つた。

2)　有害性窒素の定量法は ANDRLIK の間接法を用いた。之は次の如く示される。

有害性窒素＝全窒素－（蛋白態窒素＋½アミド及びアンモニア態窒素）

3)　甜菜根中に於ける有害性窒素の分布状態を見ると頭部は含量極めて多く根の中心部の約20倍にも達する。正タツピング根では上部より下端に少なく，又内層よりも外層に多い傾向が認められる。

4)　窒素，燐酸及び加里の肥料三要素と有害性窒素集積との関係をみると，燐酸は全窒素及び有害性窒素の減少に効果がある。尙加里の効果は判然としない。

5)　ペーパー・パーテイツション・クロマトグラフ法により廢糖蜜と甜菜根中のアミド及びアミノ酸の種類を検出した。廢糖蜜ではグルタミン酸，アスパラギン酸，グリシン，アラニン，チロシン，バリン，ロイシン及び微量のアスパラギンで，甜菜汁液では以上の外グルタミン及び未知のもの一つが検出された。即ち甜菜根中のアミド及びアミノ酸は殆んどがそのまま廢糖蜜迄移行し，グルタミンのみが脱アミノ作用によりグルタミン酸になるものと思われる。尙製糖工程中に於て蛋白質の分解等に依り生じたと認められる二次的産物はない。

終りに臨み種々御教示を賜つた北海道大學教授石塚喜明博士に心から感謝の意を表する。

参考文獻

1) ALEXANDER, J., HOLTA, J., MIKSCHIK, E. und SORGATO, F., 1939: Zeitschr, Verein. Deutsch. Zuckerind., 89, p. 379.

2) ANDRLIK, K., 1910: Zeitschr. Zuckerind. Bohmen., 34, p. 567.

3) ANDRLIK, K. und URBAN, F., 1911: Zeitschr. für

Zuckerind. in Bohmen. Rep., 36, p. 513.

4) BROWN, R. J., 1951 : Ind. Eng. Chem., 43, p. 610.

5) BURGERIN, H., 1937 : Pubst. Inst. Belgc. Amelioration Betterave., 51, p. 253. (Chem. Abst., 31, p. 8241.)

6) CLASSEN, H., 1939 : Zentralblätt für Zuckerind., 47, p. 1029.

7) DAHLBERG, H. W. and BENNETT, A. N., 1951 : Ind. Eng. Chem., 43, p. 660.

8) HIRST, C. T. and GREAVES, J. E., 1944 : Soil Sci., 57, p. 417.

9) ROSENBLUH, E., 1932 : Zuckerruben-bau., 14, p. 86.

10) RUMPLER, A., 1898 : Nichtzuckerstoff der Ruben.

11) SORGATO, I., 1936 : Ind. Sacc. Ital., 29, p. 334.

12) STANEK, V. und PAVLAS, P., 1934–35 : Zeitschr. Zuckerind. Czechoslovak. Rep., 59, p. 129.

13) VONDRAK, T., 1926 : Zeitschr. Zuckerind. Czechoslovak. Rep., 51, p. 261.

ペーパークロマトグラフに關する文獻

1) CONSDEN, et. al., 1944 : Biochem. J., 38, p. 224.

2) ——, 1947 : Biochem. J., 41, p. 590.

3) DENT, C. E., 1947 : Biochem. J., 41, p. 240.

4) PARTRIDGE., 1946 : Nature., 158, p. 270.

Résumé

(1) The authors investigated the harmful non–sugar substances in sugar–beet root, especially the "harmful nitrogen," which disturbed the crystalization of cane sugar and increased the quantity of molasses in the beet sugar manufacturing process.

(2) Analysis of the "harmful nitrogen" was carried out by ANDRLIK's method. The harmful nitrogen is indicated by the following formula.

Harmful nitrogen = total nitrogen − (protein nitrogen + amide and ammonium nitrogen).

(3) Variability of the "harmful nitrogen" content in sugar beet root was investigated and the following results were obtained ; the "harmful nitrogen" is contained in the top part of the root as abundantly as in the center part of the root. In the topping root, the top part side contained it more than the lower part side and outer part than the inner.

(4) In the investagations on the influence of nitrogenous, phosphorus and potash fertilizers upon the accumulation of "harmful nitrogen" in the root, it was found that phosphorous was effective for reduction of the total and harmful nitrogen but the effect of potash was not clear.

(5) Qualitative analysis of amides and amino acids in molasses and beet juices was carried out by paper partition chromatography.

Glutamic acid, asparatic acid, asparagin, glycin, alanin, tyrosin, valin and leucin were detected; from this result, it was considered that amides and amino acid in juices are transfered to molasses each without changing form, and only glutamin in juice is deaminized during the factory process. There were no secondary substances produced owing to the decomposition of protein.

除蟲菊連作地の可給態養分について

山　田　岩　男*

AVAILABLE NUTRIENTS OF THE SOILS PLANTED CONTINUOUSLY WITH PYRETHRUM-PLANTS

By Iwao YAMADA

北海道の除虫菊の栽培地帯は上川，空知，後志支庁管内に於ける傾斜地に多く，土地の生産力が低く，他作物を栽培しても反収が少ないことと，傾斜の甚だしい場所に於ては，労力の関係上輪作を行うことが困難である等の理由から，除虫菊の連作を行うことが多いが，除虫菊に於ても，連作を行うことは，生産の低下を来すものであつて，地力の維持上極めて不合理であると考えるが，従来除虫菊の連作が地力に及ぼす影響に関する試験研究は極めて乏しく，僅かに北海道農業試験場和寒除虫菊試験地で行つた地力減耗試験の成績では，除虫菊連作地の地力の減耗度は，燕麦，馬鈴薯，大豆に比較すると，小さいことが判明したが，それだからといつて，除虫菊は連作して差支えないということは出来ない。何となれば，作物には吸収する肥料成分に特異性があるために，連作を行うことによつて，その成分の枯渇を来すために地力の衰退を来すことは考えられることである。然しこれ等に関する解析的研究に乏しいので，和寒除虫菊試験地に於いて，連作地及隣接の輪作地の土壌について，三要素試験を行つて，肥料成分の肥効及吸収量を調査したところ，かなり明瞭な差を認めたので，連作地の地力に関する一資料として報告する。

1　試験方法

供試土壌は上川郡和寒村字菊野，北海道農業試験場和寒除虫菊試験地に於ける圃場より採集したものであつて，集塊岩を母岩とする埴土である。昭和16年以降の作付の順序及施肥の状態は次の如くである。

第1表　作付順序及び施肥狀況

Table 1　Kind of crops and amount of fertilizers by year.

		昭和16年	昭和17年	昭和18年	昭和19年	昭和20年	昭和21年
連作地	作付順序	燕麥	燕麥 除虫菊	除虫菊	除虫菊	除虫菊	除虫菊
	施肥	貫 魚粕 4 過石 4	貫 硫安 3 過石 4	貫 魚粕 5 硫安 3 過石 4	貫 魚粕 5 硫安 3 過石 4	貫 硫安 3 過石 4	無肥料
輪作地	作付順序	燕麥	燕麥	馬鈴薯	燕麥	馬鈴薯	玉蜀黍
	施肥	貫 魚粕 4 過石 4	貫 硫安 3 過石 4	貫 堆肥300 硫安 3 過石 4	貫 硫安 3 過石 3	貫 硫安 5 過石 4	貫 硫安 4 過石 4

連作地には昭和17年燕麦収穫後，無肥料で除虫菊を定植し，昭和19年秋掘起して更に株分けした苗を無肥料で定植し，昭和21年秋に3年株を掘起した。栽植した品種は「北海1号」であつた。

土壌は昭和22年5月，連作地及隣接の輪作地約30坪にわたつて，夫々数箇所，1箇所約10 kg宛，表土約4寸を採集し，よく混合して，風乾，篩別して試験用に供した。鉢は5万分の1反のワグネル植木鉢で，供試土壌2.0 kgを充塡し，肥料は各要素0.2 g宛，窒素は硫酸アンモニア，燐酸は燐酸ソーダ，加里は硫酸加里を供試し，炭酸石灰5 gを施用した。作物は裸麦で，品種は「三月子1号」である。1鉢当12粒播種し，間引いて10本立とした。尚試験は2区制で行つた。6月1日に播種し，7月3日に収穫した。

2　試験結果

*　作物部普通作物第3研究室

(1) 生育及び收量 発芽は各区共良整で，爾後試験施行には支障を認めなかつた。各区の生育状況を見ると，無肥料の生育は極めて不良であつたが，無燐酸は無肥料についで劣つており，しかも葉に黒い条斑を生じ，成葉の先端が黄変していた。ついで無窒素が順位し，葉色は淡緑で，無燐酸に比較すると遙かに草丈の伸長は良好であつたが，然し窒素の肥効もかなり認められた。加里は他の要素に比べると，その欠乏は顕著でなかつた。而して連作地と輪作地とに於いては，各区共連作地の生育が劣つていた。

7 月 3 日地上部と地下部に分けて収穫した。収穫時の草丈は，連作地では無燐酸が最も低く，無肥料がこれにつぎ，無窒素はこれよりやや高く，無加里は遙かに高く，三要素が最も優つている。つぎに輪作地について見ると，連作地とはやや趣きを異にし，無肥料が最も劣つており，無燐酸，無窒素の順にましており，この両者の差は連作地に於けるより少ない。ついで無加里，三要素の順で草丈がましている。而して連作地に於ける各無要素区は，輪作地に於けるものよりも，夫々の三要素に対する比率が小さく，連作地に於ける各要素の欠乏の程度の高いことが想像されるが，このことは葉数について同様認められる。

第 2 表　連作地及び輪作地に於ける裸麥の生育及び收量

Table 2　Growth and yield of barley growing in the rotated and continuously cropped soil.

		草丈	葉數	生體重	一鉢當乾物量			百分比	T/R
					地上部	地下部	計		
		cm	枚	g	g	g	g	%	
連作地	無肥料	11.12	4.8	6.25	1.177	1.875	3.052	37.70	0.627
	無窒素	14.56	6.9	10.95	1.939	2.920	4.859	60.01	0.664
	無燐酸	10.30	4.9	6.50	0.995	1.376	2.371	29.29	0.723
	無加里	21.43	10.9	23.35	3.359	2.373	5.732	70.80	1.415
	三要素	23.55	13.4	30.15	4.627	3.469	8.096	100.00	1.334
輪作地	無肥料	14.02	5.9	8.30	1.381	2.181	3.562	44.88	0.633
	無窒素	17.38	9.5	14.80	2.674	3.313	5.987	75.43	0.807
	無燐酸	16.03	7.5	12.25	1.670	1.785	3.455	43.53	0.936
	無加里	23.12	12.0	29.70	4.367	3.222	7.589	95.61	1.355
	三要素	23.83	12.9	31.95	4.655	3.282	7.937	100.00	1.418

以上の表に於いて一鉢当の地上部の生体重及乾物重を見ると，草丈と同様の傾向を示しているが，無肥料及無窒素の両区は他の 3 区に比して，非多汁質，即ち乾物の割合が大きいために，生体重に於ける三要素に対する比率に比し，乾物量の比率が高い結果を示しているが，窒素欠除による生理作用によるものと考えられる。而して，地上部の乾物量は連作地では，無燐酸が最も少なく，無肥料，無窒素の順で，加里の肥効は燐酸及窒素に比して小さい。輪作地に於いては，無肥料が最も少なく，無燐酸がこれについでおり，ついで，無窒素が順位し，無加里，三要素の順であるが，各要素共，三要素に対する比率は，連作地に於いて低く，欠乏の著るしいことを示している。

地下部に於いても，連作地では地上部に於けると同様であるが，三要素に対する比率は地上部に於けるものよりも高い。特に無窒素の場合に然りであるが，地下部の絶対量が無加里よりも大きいことは注目される。輪作地に於いても，無燐酸が最も少なく，無肥料がこれにつぎ，他の 3 区の間には大差はないが，無加里，三要素，無窒素の順に高い結果を示している。

地上部及地下部の合計の三要素に対する比率は，連作地に於いては，無燐酸が最も低く，約 30 %に過ぎず，無肥料の約 38 %に比してもかなり低い結果を示している。無窒素は 60 %，無加里は 70 %であつても孰れも相当の肥効をあらわしている。次に輪作地に於ては，無燐酸が最も少なく，無肥料がこれについでおるが，両者の差は少ない。ついで無窒素で 75 %で，かなり肥効が認められるが，無加里は 96 %であつて，肥効は殆んど認められない。

本調査は裸麦がまだ生育の途中にあつたので，地上部の生育は充分でなかつたため，地下部に対する比率，即ち T/R は小さい。特に無肥料，無窒素，無燐酸が然りで，孰れも 1 以下であり，無加里及三要素が，辛うじて 1.3～1.4 である。尚後二者を除き，他の 3 区は孰れも，輪作地の方がまさつている。

(2) 分析結果 地上部及地下部の肥料三要素成分の分析結果は第 3 表の通りである。その結果によると，連作地に於ては，窒素，加里は，地上部，地下部共，無要素が最も少なく，無肥料がこれにつぎ，三要素が最も多く，燐酸は，地上部は

同じ傾向であるが，地下部は，無肥料が最も少なく，無要素がこれにつぎ，三要素が最も多く，前記の成分とやや趣きをことにしている。又輪作地に於ても，窒素，加里は地上部及地下部共，燐酸は地上部が同一傾向で，地下部の燐酸がこれ等と趣きを異にする点，連作地に於けると同様であるが，地下部の加里含有率が，輪作地に於いて少ない外は，孰れも連作地の方が少なく，しかも三要素に対する無要素の成分の割合は，連作地の方が少ない。

第3表　地上部及び地下部の肥料成分及び粗灰分含有率（無水物）

Table 3　Contents of nutrients and raw ashes in the top and root.

		地上部				地下部			
		窒素	燐酸	加里	粗灰分	窒素	燐酸	加里	粗灰分
		%	%	%	%	%	%	%	%
連作地	無肥料	3.335	0.465	1.697	9.695	1.975	0.332	0.570	12.268
	無窒素	2.137	—	—	10.420	1.021	—	—	10.227
	無燐酸	—	0.334	—	12.104	—	0.432	—	13.129
	無加里	—	—	1.252	11.034	—	—	0.527	8.343
	三要素	4.909	0.606	2.196	11.048	2.649	0.574	0.666	12.547
輪作地	無肥料	4.859	0.613	2.057	9.755	1.636	0.413	0.558	7.442
	無窒素	2.308	—	—	11.798	1.397	—	—	10.707
	無燐酸	—	0.423	—	15.450	—	0.447	—	9.990
	無加里	—	—	2.019	11.017	—	—	0.403	11.212
	三要素	4.957	0.686	2.633	12.220	2.973	0.518	0.559	9.307

(3)　肥料吸収量　第2表及第3表から1鉢当の肥料吸収量を算出すると第4表の通りである。

第4表　1鉢當り肥料吸收量

Table 4　Amounts of absorbed plant nutrients per pot.

	連作地			輪作地		
	窒素	燐酸	加里	窒素	燐酸	加里
	mg	mg	mg	mg	mg	mg
無肥料	76.3	11.7	30.7	102.8	17.5	40.6
無窒素	71.2	—	—	108.0	—	—
無燐酸	—	9.2	—	—	15.1	—
無加里	—	—	54.6	—	—	101.2
三要素	319.9	47.9	124.7	348.3	48.9	140.9

以上の結果によると，連作地に於ける可給態養分は，窒素 71.2 mg，燐酸 9.2 mg，加里 54.6 mg であつて，輪作地に於ては，夫々 108.0, 15.1, 101.2 mg であつて，輪作地の可給態養分を 100 とすると，連作地の各要素の比率は 窒素 65.9 %，燐酸 60.9 %，加里 53.9 %であつて，加里の量が最も少なく，燐酸，加里の順であつて，各要素共かなり欠乏していることが判明するが，加里の欠乏が最も大きい。

3　考　　察

北海道に於ける除虫菊は府県と趣きを異にし，宿根栽培を行い，しかも同一地に連年栽培することが多いが，このことは除虫菊が連作にたえるということよりも，栽培地帯が傾斜地が多く，更新に労力を要すること，地味が瘠薄であつて，他作物を栽培しても反収が少ないために，やむをえず連作を行つていると考えられるが，除虫菊栽培地帯の適作物は燕麦，馬鈴薯であつて，これ等の作物との輪作を行うことは，除虫菊の生産を高める上からも極めて重要な問題である。

連作の不合理性としては，(1) 作物には吸収する肥料成分に特需性があるために，連作によつて該成分の枯渇を来すこと，(2) 土壌の理化学性の悪変，(3) 有害物質の分泌，(4) 病害虫の蔓延の激化，(5) 同一種類の雑草の繁茂の助長等が考えられるが，本調査に於いては，除虫菊連作地の地力，特に可給態養分について調査を行つたのである。本輪作地に於ける作物の配合は必ずしも合理的ではなかつた。即ち6箇年間に燕麦が3作，馬鈴薯が2作，玉蜀黍が1作で，しかも最初の2箇年は燕麦の連作であり，後の4箇年は馬鈴薯—燕麦—馬鈴薯—玉蜀黍の作付の順で，馬鈴薯が1年おきに作付されている。又除虫菊の連作地も，原種圃として栽培されていたので，3年目に更新され，或程度の施肥も行われていたので，一般の除虫菊栽培地に比較すると，概して地力の衰退は少ないと考えられるのにかかわらず，両土壌について行つた三要素試験の成績によると，著しく可給態養分の枯渇を来していることが判明した。

即ち本調査結果によると，可給態養分は連作地に於て，窒素 71.2 mg，燐酸 9.2 mg，加里 54.6 mg，輪作地に於ては，夫々 108.0, 15.1, 101.2 mg であつて，輪作地に対する比率は夫々 65.9, 60.9, 53.9 %であつて，加里の比率が最も少なく，燐酸及窒素の順であつて，各要素共かなり比率は低いが，特に加里に於て著るしい。尚乾物量の生産量から見ると，燐酸が最低で，加里，窒素の順であつて，

可給態養分とは，燐酸及加里が逆の関係にあるが可給態加里が少ないのにかかわらず，乾物量の比率がそれに伴つていないのは，吸収された加里が効率的に利用されているのであると考える。この可給態加里の含量の少ないことは，連作地土壌に於いて除虫菊の加里の吸収量が多いこと及び加里質肥料の施用が全然なかつたこと等によるものと考えられる。

更に連作地及び輪作地に於ける可給態養分を無肥料及三要素の吸収量を100とした比率を求めると次の通りであつて，連作地の各要素の比率は，孰れの場合に於ても輪作地のものより低率である。

第5表 連作地及び輪作地に於ける三要素の吸収量

Table 5 Amounts of absorbed plant nutrients on the continuously cropped and rotated soil.

區別	無肥料を100にした比率			三要素を100にした比率		
	窒素	燐酸	加里	窒素	燐酸	加里
無肥料	100	100	100	—	—	—
無窒素	93.3 (105.0)	—	—	22.3 (31.0)	—	—
無燐酸	—	78.6 (86.3)	—	—	19.2 (30.9)	—
無加里	—	—	177.8 (249.2)	—	—	43.7 (71.8)
三要素	—	—	—	100	100	100

備考 數字の上は連作地，括弧内は輪作地

又連作地及び輪作地に於て，可給態窒素を100として，燐酸及加里の比率を求めると，連作地に於いては，夫々12.92及76.68％，輪作地に於ては夫々13.98及93.70％であつて，孰れも連作地に於て低率であることが認められる。

尚本調査に於ては，裸麦を供試したのであるが，裸麦の肥料の吸収性が比較的小さいので，本調査結果の如く，可給態養分の差が著るしくあらわれたものと考えられる。除虫菊の肥料の吸収性については，和寒除虫菊試験地に於て昭和18年に，除虫菊及び燕麦を供試して三要素試験を行つた結果があるが，燕麦では燐酸の肥効が極めて著るしく，窒素がこれにつぎ，加里の肥効は認められなかつたが，除虫菊に於ては窒素の肥効が多少認められるが，燐酸及び加里の肥効は殆んど認められなかつたが，除虫菊が燐酸の肥効よりも窒素の肥効の方が大きいのは，北見支場の結果からもうかがうことが出来る（本場の試験成績では，除虫菊，燕麦共窒素の肥効が大きいが，燐酸の肥効は燕麦に比較して除虫菊は小さい）ので，除虫菊を供試した場合には自ら本調査とは異つた結果をえられると考えるので，連作地の問題についても，除虫菊を供試して試験を行うことが必要である。

Résumé

Experiments on the effects of nitrogen, phosphorus and potassium as fertilizers were undertaken on the soil of the field of the Wassamu Pyrethrum-plant Experimental Farm and of the neighbouring field using barley in rotation.

From these experiments it was realized that soils planted continuously with one crop lacked much available nutrients in respect to these 3 elements.

The lack of these nutrients may by one of the factors causing the decrease of yield which results from planting pyrethrum-plant continuously.

氣象條件との關連に於いて考察した水稻作に對する三要素の意義について

深　井　　強[*]　串　崎　光　男[**]

THE RÔLE OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM IN THE YIELD OF RICE-PLANT IN RELATION TO THE METEOROLOGICAL CONDITIONS

By Tsuyoshi FUKAI and Mitsuo KUSHIZAKI

I　緒　　言

北海道農業試験場琴似本場に於ては昭和元年以降現在迄水田三要素試験を継続施行し来つている。これは当初水稲に対する要素天然供給量の査定を目的として開始せられたものであるが各要素区は夫々極めて著しい特徴を呈している。中山氏[1)]は本三要素試験の収量調査から直交多項式の各項の不偏分散の平方根と標準残差を算出し，これらの値が統計的に有意でないことより地力の変化及び緩慢な変化は認められないと結論して居られるが，かくの如く地力の減退，肥料の残効等については圃場観察の結果からしても認めることが出来ず，三要素試験区の生育状況及び子実収量は三要素処理と気象条件特に気温推移の状況如何に左右せられていると見ることが出来る様に思われる。而してこの気象条件の如何が三要素処理の差異に対して如何なる関連を有するかを明かにすることは，北海道に於ける水稲作に対する施肥技術の改善に当つて何らかの示唆を与えることが出来ようとも思惟されるので，過去 23 カ年間の試験成績に基いて三要素試験区の収量と気象条件特に気温との相関関係を求めて見た次第である。

II　試験設計

1. 供用品種　坊主5号（中生種）
2. 一区面積　10 $\overline{m}^2$　1連

3. 施肥設計

区 ＼ 要素(1)	窒素	燐酸	加里
No. 1	○ (2)	○	○
No. 2	— (3)	○	○
No. 3	○	—	○
No. 4	○	○	—
No. 5	○	—	—
No. 6	—	○	—
No. 7	—	—	—

(1)　硫酸アンモニア，過燐酸石灰，硫酸加里を以て窒素(N)，燐酸 (P_2O_5)，加里 (K_2O) として各反當2貫目を施用。

(2)　○ 施用。

(3)　—不施用。

III　収量調査

昭和元年より 23 年迄の年毎の籾収量を表示すると第1表の通りである。

次に各年次別各要素区の籾収量を三要素の収量を100とした指数を以て表示したもの第2表の通りである。

これによつて見ると窒素の肥効最大で燐酸の肥効これに次ぎ加里の肥効最も小さいことが知られる。

三要素天然供給量の様態を更に細かに観察する意味で収量，草丈，茎数の各要素区 23 箇年の平均値並びに三要素区を100とした比率を表示すると第3表の通りである。

*　農藝化學部重粘地研究室

**　同肥料研究室

第 1 表 昭和元年より昭和 23 年に至る水田三要素試驗各要素區籾收量 (kg/ha)

Table 1 Yield of unhulled rice on every plot in paddy field. Results from 1926 to 1948 (kg/hectare).

年次 \ 區別	無肥料區	無窒素區	無燐酸區	無加里區	三要素區	窒素單用區	燐酸單用區
昭和元年 (1926)	1417	1717	866	2106	2107	720	1365
2年	3855	4515	4391	5092	5025	4203	4605
3	4305	5224	5029	5141	5505	4718	4024
4	2677	3052	3000	4222	5130	4222	3465
5	3077	3500	3256	4326	5007	4000	3465
6	543	1376	608	1641	1942	375	1230
7	2505	2925	3862	3870	4500	2850	3645
8	2531	3403	4040	4651	5040	3352	3678
9	1935	2925	3330	3791	4370	2812	2981
10	2154	3187	3359	3546	3762	2997	3296
11	2936	3352	3853	4207	4359	3161	3431
12	3180	3930	4845	5295	5557	4449	4540
13	3380	4030	4726	5060	5420	4020	4520
14	3300	3345	4140	4432	4590	3856	3970
15	2633	2856	3589	3889	3960	3440	3560
16	1132	1254	900	1507	1342	1050	1215
17	2409	4950	5325	5550	6010	4720	4600
18	3183	3243	3871	4702	4717	4355	2638
19	2588	3019	4037	3901	4403	3682	2418
20	2145	2186	1135	2120	1661	1020	2885
21	2325	2331	3437	3460	3715	3199	2020
22	2730	2786	3491	3789	3812	2072	3010
23 (1948)	2875	2933	4530	4291	4460	4350	2511

第 2 表 年次別各要素區籾收量比率 (三要素區＝100)

Table 2 Relative proportion of yield in every year. (Complete plot＝100).

年次 \ 區別	無肥料區	無窒素區	無燐酸區	無加里區	三要素區	窒素單用區	燐酸單用區
昭和元年 (1926)	67	82	41	100	100	34	65
2年	77	90	87	101	100	84	92
3	78	95	91	93	100	86	73
4	52	59	58	82	100	82	68
5	61	70	65	86	100	80	69
6	28	71	31	85	100	19	63
7	56	65	86	86	100	63	81
8	50	68	80	92	100	67	73
9	44	67	76	87	100	64	68
10	57	85	89	94	100	80	88
11	67	77	88	97	100	73	79
12	57	71	87	95	100	80	82
13	62	74	87	93	100	74	83
14	72	73	90	97	100	84	86
15	66	72	91	98	100	87	90
16	85	93	67	112	100	78	91
17	40	82	89	92	100	79	77
18	67	69	82	100	100	92	56
19	59	69	92	89	100	84	55
20	129	132	68	128	100	61	174
21	63	63	93	93	100	86	54
22	72	73	92	99	100	54	79
23 (1948)	64	66	102	96	100	98	56

第 3 表 收量，草丈，莖數の各要素區 23 箇年平均値並びに比率

Table 3 Average value and relative proportion of yield, height of plant, number of stem.

	無肥料區	無窒素區	無燐酸區	無加里區	三要素區	窒素單用區	燐酸單用區
收量 (kg/ha)	2631 (64.9)	2813 (69.4)	3717 (91.7)	3873 (95.6)	4052 (100)	3205 (79.1)	2705 (66.8)
草丈 (cm)	85.9 (86.5)	89.1 (89.5)	93.5 (94.2)	95.4 (96.1)	99.3 (100)	91.4 (92.0)	88.9 (89.5)
莖數 (本)	11 (73.3)	12 (80.0)	14 (93.3)	14 (93.3)	15 (100)	14 (93.3)	13 (86.7)

同一の条件に於いて栽培せられた各要素区が年次の差異によつて收量がどの様に変動するかを見るために各要素区收量の標準偏差を求めて表示したものは第 4 表の通りである。

これによると年次毎の変動の最も少ないのは無肥料区及び無窒素区で，無加里区の変動又比較的少く，無燐酸区が最も大なる値を示し圃場観察の結果と良く一致している。

第 4 表 各要素區收量標準偏差

Table 4 Standard deviations of yield on every plot.

區別	標準偏差	區別	標準偏差
無肥料區	838.22	三要素區	1290.50
無窒素區	996.47	窒素單用區	1314.80
無燐酸區	1351.93	燐酸單用區	1036.98
無加里區	1138.65		

IV　水稻に對する三要素處理の差異と氣象條件との關係

かかる收量の年変異が，前記の如く中山氏の説明並びに圃場観察の結果からして地力の変化及び肥料の残効等に有意な関連を有しないとするならば，これは各要素処理が気象条件特に気温推移の如何に極めて密なる関連を以て発現する特異な対応性であろうことは充分に推知することが出来るのである。そこでこの両者の相関を求めて見たのであるが，これを求めるに先立ち，收量の面から見て平年作，豊作，凶作に該当する幾つかの年次に群分けを行いそれらの群の平均收量について天然供給量の現われる様相の差異を明らかにして見た。ここで平年作，豊作，凶作年次と云うのは田沢[2)]の方法を採用し，收量の上から次の様に行つたものである。即ち

23箇年三要素区の平均收量 4052 kg/haを100として

140以上　大豊作
140～120　豊　作
120～105　上　作
105～ 95　平年作
95～ 80　不　作
80～ 60　凶　作
60以下　大凶作

として大豊作，豊作を含めて豊作年次，上作，平年作，不作を含めて平年作，凶作，大凶作を合せて凶作年次として群分けを行つた。然し乍らここに一つの問題があるのであつて，收量の面からは必ずしも凶作の群に入らぬ收量を收めた年次であつても，豊凶考照の立場からは色々な型及び程度の冷害型年度とされている年次のあることである。即ち昭和元年，6, 7, 9, 10, 16, 20年は何れも豊凶考照の立場から冷害年とされているのであるが，本水田三要素試験の收量調査の結果から見るときは收量の甚だしく低下している昭和元年，6, 16, 20年と然らざる昭和7年，9, 10年との2群が見られるのである。そこで筆者等はこの前者の群を凶作年次とし，後者の群を所謂冷害型年次として別個に取扱つた。

今，この群分けによつて分類した各年次の平均收量とその三要素区收量を100とした比率を示したものが第5表である。

第5表　各作柄別年次に於ける各要素區の平均收量並びに完全區を100とせる收量指数

Table 5　Average yield and relative proportions on each plot in the different groups of annual yield.

收量＼區別	無肥料區	無窒素區	無燐酸區	無加里區	三要素區	窒素單用區	燐酸單用區
平年作年次	2821 (66.4)	2983 (70.2)	3869 (90.9)	4084 (96.0)	4252 (100)	3514 (82.7)	2945 (69.3)
豊作年次	3177 (59.5)	4076 (76.4)	4327 (81.1)	4917 (92.1)	5337 (100)	4211 (78.9)	4112 (77.1)
凶作年次	1309 (75.1)	1633 (93.7)	877 (50.3)	1844 (105.8)	1743 (100)	791 (45.4)	1674 (96.0)
冷害型年次	2198 (52.2)	3012 (71.5)	3517 (83.5)	3736 (88.9)	4211 (100)	2886 (68.6)	3307 (78.5)

これによつて見ると，気象上の冷害型年次として分類された年次の傾向は殆んど全く平年作年次のそれと同一なることが知られるので，これを除く他の3群について比較検討を試みようと思うのである。即ち三要素区收量に比べ平年作，豊作両年次に於ては無窒素区70％，無燐酸区80～90％，無加里区90％と云う関係を示し，凶作年次は無窒素区が90％を維持するに反して無燐酸区は実に50％に低下し，燐酸の効果大なるものあるを思わせ，無加里区は又三要素区に勝ると云う相互関係にあることが知られる。而してこの間の関係を更に一層明瞭ならしめんがために表示したものが第6表であつて，これは三要素区23箇年の平均收量4052 kg/haを100として各作柄別年次各要素区の平均收量の比率である。

これによつて分ることは，豊作年次は兎も角として平年作年次の三要素区に対し無窒素区 73.6％，無燐酸区 95.5％，無加里区 100.8％と燐酸加里の効果は認め難いが，これが凶作年次に於ては完全区，無窒素区，無加里区と共に相伯仲して三要素区の40％程度を維持し，特に無加里区が最大收量を示している。これに反して無燐酸区の收量

第 6 表 23 箇年間完全區平均收量 4052 kg/ha を 100 とした各區の收量比率

Table 6 Relative proportion of yield on each plot. (Average yield of complete plot 4052 kg/hectare = 100)

收量(kg/ha)及び比率 ＼ 區	無肥料區	無窒素區	無燐酸區	無加里區	三要素區	窒素單用區	燐酸單用區
平年作年次	2821 (69.6)	2983 (73.6)	3869 (95.5)	4084 (100.8)	4252 (104.9)	3514 (86.7)	2945 (72.7)
豐作年次	3177 (78.4)	4076 (100.6)	4327 (106.8)	4917 (121.4)	5337 (131.7)	4211 (103.9)	4112 (101.2)
凶作年次	1309 (32.3)	1633 (40.3)	877 (21.6)	1844 (45.5)	1743 (43.0)	791 (19.5)	1674 (41.3)
冷害型年次	2198 (54.2)	3012 (74.3)	3517 (86.8)	3736 (92.2)	4211 (103.9)	2886 (71.2)	3307 (81.6)

に於いては平年作三要素区の僅々 21.6 %, 実に ⅕ に迄低下すると云う驚くべき傾向が明瞭に観取せられる。この事実は施肥技術の面から見て，水稲作の安全を図らんとすれば窒素，燐酸殊に燐酸の施用宜しきを得ることが不可欠の要件であることを示すものと考えられる。

V 各年次の 6 月から 8 月に至る各旬別平均氣溫と各要素區收量との相關關係

以上は 23 箇年間の三要素試験成績の結果に基いて思考せられる施肥技術上の概観的一示唆を記述したのであるが，然らばこれら三要素処理区に対して各年次の平均旬別気温の推移が如何なる相関関係を有するものなりやを解析し，気象条件の相異に対する各三要素の意義を明らかにし，具体的な裏付けを与えんと試みたのである。

先ずこの関係を求めるに当つて必要な各年次の旬別平均気温を一括表示したものが第 7 表である。

かくして第 1 表に掲げた収量と第 7 表の旬別平均気温の値を用いて求めた相関係数を表示すると第 8 表の通りである。

この結果認められることは，概ね各要素区共 7 月中下旬に於いて 1 % 水準での有意な相関を示し，就中 7 月下旬が最高の値を示している。

又，6 月上旬は 5 %水準で無燐酸区が相関関係を示すのみであり，6 月中旬は無燐酸区，無加里区，三要素区，窒素単用区に有意の相関係数が見られ，殊に無燐酸区に於いては 1 %水準の高い相関が認められる。6 月下旬に於いては何れの要素区に就いても負の相関係数が現われているが燐酸

第 7 表 6 月から 8 月に至る毎年の平均旬別氣溫 (°C)

Table 7 Average 10 day's temperature from June to August of every year (1926–1948).

年次 ＼ 旬別	6月 上旬	6月 中旬	6月 下旬	7月 上旬	7月 中旬	7月 下旬	8月 上旬	8月 中旬	8月 下旬
昭和元年 (1926)	15.5	13.3	15.9	17.2	20.8	19.6	20.3	20.0	19.6
2年	12.3	15.3	15.7	19.9	22.5	22.6	25.1	23.8	20.9
3	15.2	15.1	16.9	17.9	21.3	23.6	21.5	23.5	24.1
4	13.7	13.8	16.5	18.1	22.9	24.0	24.1	21.9	19.8
5	13.0	16.1	17.0	17.8	20.8	23.5	23.3	24.0	21.4
6	10.9	13.5	18.2	14.5	17.2	17.6	22.4	23.0	20.4
7	14.4	17.8	17.2	17.5	17.5	21.4	19.2	21.2	20.1
8	14.3	15.6	17.4	23.1	23.1	22.9	24.5	21.4	23.2
9	15.9	17.9	18.9	18.9	16.9	18.1	19.3	21.1	18.9
10	15.1	16.5	17.0	19.4	19.1	21.4	20.6	19.1	19.3
11	14.0	18.8	18.6	15.8	20.5	22.2	20.1	22.1	21.2
12	13.0	14.1	18.7	22.2	22.7	23.7	23.6	22.2	20.3
13	16.8	14.1	15.9	17.9	20.9	22.3	23.4	24.3	25.5
14	16.7	18.1	16.2	18.5	22.5	23.8	23.2	20.9	22.7
15	12.6	14.7	17.9	18.6	21.6	21.2	21.3	21.5	20.5
16	12.7	14.0	19.4	20.2	16.1	18.5	19.3	21.5	19.9
17	16.2	18.1	16.5	21.6	19.0	21.7	20.5	20.6	19.5
18	17.4	17.7	16.3	20.0	23.8	24.4	25.6	22.7	24.0
19	14.7	16.2	20.4	19.4	22.9	22.8	23.8	23.3	22.0
20	11.8	11.9	16.6	17.0	16.1	18.2	22.9	20.7	22.3
21	16.8	18.9	20.4	20.5	22.2	22.2	23.7	24.6	24.3
22	16.4	14.9	16.8	19.5	21.9	22.7	20.3	24.3	21.0
23	13.9	16.9	19.2	19.4	22.1	24.1	25.5	26.0	20.1

単用区のみは有意義であるが他は悉く統計的に意義がない。7 月上旬に有意の相関が認められるのは，無燐酸区，無加里区，窒素単用区の 3 区である。7 月中旬は燐酸単用区を除いた他のすべての区について有意の而も 1 %水準の高い相関が現われ，7 月下旬は全処理区に高い 1 %水準の相関が出ている。8 月に入つて有意の相関を示すものは非常に少くなり，上旬では無肥料区，窒素単用区が 5 %水準の係数を示し，中旬には全部有意な相

第8表 各要素區收量と旬別平均氣温との相關係數及び變異係數（*P=0.05で有意，**P=0.01で有意）

Table 8 The correlation coefficients between the yields of each nutritive varied plot and the average 10 day's temperature and their coefficients of variation. (*significant at the level P=0.05, **P=0.01)

旬別 / 區別	相關係數 6月 上旬	6月 中旬	6月 下旬	7月 上旬	7月 中旬	7月 下旬	8月 上旬	8月 中旬	8月 下旬	變異係數
無肥料區	0.289	0.261	−0.318	0.229	0.622**	0.795**	0.416*	0.382	0.485*	0.322
無窒素區	0.284	0.283	−0.361	0.333	0.543**	0.615**	0.215	0.148	0.264	0.318
無燐酸區	0.439*	0.526**	−0.070	0.477*	0.555**	0.748**	0.277	0.301	0.288	0.391
無加里區	0.388	0.429*	−0.253	0.458*	0.612**	0.779**	0.364	0.257	0.287	0.289
三要素區	0.381	0.452*	−0.202	0.408	0.580**	0.763**	0.322	0.246	0.362	0.308
窒素單用區	0.341	0.456*	−0.101	0.447*	0.637**	0.832**	0.462*	0.313	0.275	0.411
燐酸單用區	0.146	0.165	−0.451*	0.306	0.312	0.521**	0.157	−0.013	0.171	0.326

関を示さず，下旬には無肥料区のみ5％水準の有意の相関を示しているに過ぎない。

尙変異係数は窒素単用区が41.1％で最大値を示し，無燐酸区の39.1％がこれに次ぎ，以下燐酸単用区の32.6％，無肥料区の32.2％，無窒素区の31.8％，三要素区の30.8％，無加里区の28.9％となつていることが分る。

Ⅵ 考　　察

以上三要素の天然供給状態並びに旬別平均気温と各要素区収量の相関係数等より考察して認められることは，水稲の生育史から見ても幼穗の形成期より減数分裂期に亘る外界の条件に最も支配され易い時期に当る7月中下旬に於て，施肥条件の如何に拘らず最も高い相関の現われていることは，この時期は施肥の如何に拘らず高温に経過せざれば収量の相応の低下を招来するものと考えられる。

又無燐酸区に於ける6月上中旬の有意の相関は，燐酸を欠除せる場合，移植直後の生育初期を如何なる気温状況で推移するかが収量の決定に極めて大なる支配力を呈しているものと見られるのである。この傾向は三要素区，無加里区，窒素単用区に於ても認められる所である。

次に興味ある点は，6月下旬に於ける相関係数は何れも負の値を示すことである。而して燐酸単用区のみは統計的に有意の負の相関係数を示すが他は悉く有意ではない。このことは施肥条件の如何に拘らず分蘖の初期は必ずしも高温に経過するを要しないものと考えられ，水稲の生育史上必ずしも高温に経過するを要しない時期のあることを推定せしむるものである。

次に変異係数から認められる関係は，前記の標準偏差から認められる結果並びに圃場観察の結果と全く一致し，窒素単用，燐酸欠除は気象条件に左右せられて収量の安定性を欠くこと最も大なるものであり，三要素施用，加里欠除は概してこれが安定なることを知ることが出来る。

これを要するに，水稲作の安全を図らんには施肥技術の面からして，窒素と燐酸殊に燐酸の施用宜しきを得ることが最も重要な条件の一つであり，移植当初の6月上旬以後7月下旬の間が偶々低温に推移するが如き凶作型の年次に於ては，燐酸施用は特にその演ずる役割の大なることが認められるであろう。

要　　約

北海道農業試験場に於て昭和元年以降継続実施中の水田三要素試験成績の内，昭和23年迄の23箇年間の成績を基とし，気象条件殊に旬別平均気温と収量との相関係数を求めることにより，気象条件との関連に於ける稲作生産に対する三要素の意義を解析し，次の結論を得た。

1. 各要素区の収量と旬別平均気温との相関係数を見ると，施肥条件の如何に拘らず供用品種「坊主5号」（中生種）に於ては7月中下旬就中7月下旬に高水準の有意の相関が認められる。

2. 6月上旬から早くも相関の認められるのは無燐酸区で，燐酸を施用しない場合，移植直後の生育初期を高温に経過することが収量の大を期する上の要件であることが知られる。

3. 燐酸単用区のみは6月下旬に負の有意の相

関を示す。統計的に有意ではないが，何れの区も相関係数は負となることから分蘖初期に当るこの時期は必ずしも高温に経過するを要しない様に思考される。

4. 各要素区の変異係数は窒素単用，無燐酸，燐酸単用，無肥料，無窒素，三要素，無加里と順次生産の安定度を増している。

以上の事実から気温推移の如何に拘らず稲作の安定を図らんとすれば，加里は兎も角，窒素，燐酸殊に燐酸の施用宜しきを得ることが重要な要件であることが推論される。

終りに臨み種々御教示を賜わつた北大農學部教授石塚喜明博士並びに當場農藝化學部長西潟高一技官に深甚の謝意を表する次第である。

文　　獻

1 中山林三郎，1951：　北海道における稲反收の年變異に關する研究．北海道立農業試驗場報告，第 2 號．

2 田澤　博，1947：　北海道農業の豐凶をさぐる．

Résumé

To estimate the natural supply of nitrogen, phosphorus and potassium to paddy field, we have continued an experiment from 1926 in Hokkaido Agr. Expt. Station.

The design of this experiment is as follows; Rice plant variety used; Bôzu No. 5 (middle ripening variety).
Fertilizer applied; each 2 "Kan" per "Tan" as N, P_2O_5 and K_2O with ammonium sulphate, superphosphate and potassium sulphate.

Plot No. \ Element	N,	P_2O_5	K_2O	
1.	○[1]	○	○	(complete plot)
2.	—[2]	○	○	(no N plot)
3.	○	–	○	(no P_2O_5 plot)
4.	○	○	—	(no K_2O plot)
5.	○	—	—	(only N plot)
6.	-	○	--	(only P_2O_5 plot)
7.	—	—	—	(no fertilizer plot)

[1] sign of supplied. [2] sign of none supplied.

From the results of 23 years' experiment (from 1926 to 1948), an attempts has been made to analyse the relationship between the grain yield and the meteorological condition, especially average every 10 days' temperature. The following results were obtained.

1. Irrespective of the fertilizer treatment, there can be seen significant correlations at the level of P=0.01 between the yield and average every 10 days' temperature in the middle and the end of July.

2. Even in early June, such significant correlation can be observed in plot No. 3.

When P_2O_5 is not supplied to the paddy field, a high yield can not be obtained, unless the temperature immediately after transplanting is high.

3. Except plot No. 6, none of the significant correlations were obtained in any of the plot.

Since the correlation coefficients at the end of June, early period of the tillering, are negative, it consequently is considered that high temperature in this period is unnecessary.

4. Considering the coefficients of variation of each plot, the stability of crop production increases in the following order: only N, no P_2O_5, only P_2O_5, none, no N, complte, no K_2O.

This accords with the results from the standard deviation and from authers' field observation.

From these results it may be concluded that the favorable application of N and P_2O_5, especially that of P_2O_5, is one of the most important practices, if the steddy production of paddy rice is to be expected.

土壌侵蝕防止の研究（豫報）

西潟高一* 竹内 豊**

STUDIES ON SOIL EROSION CONTROL
(A PRELIMINARY REPORT)

By
Takaichi NISHIKATA and Yutaka TAKEUCHI

1. 緒 言

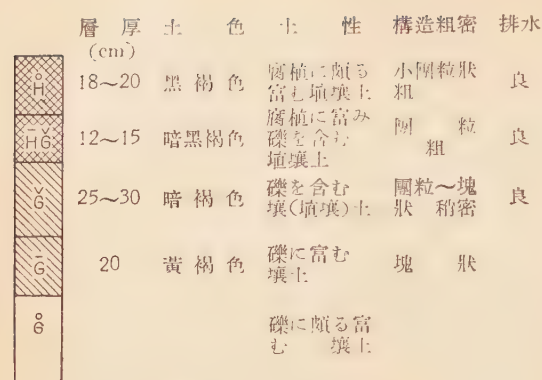
耕地の土壌保全計画を実施するに當り，その基礎的資料として要求されるものは，その地帯の氣候特に降雨の分布並に強度，該圃場の地形特に傾斜の程度及び広さ，土壌の侵蝕状況，土地利用状況並びに農場の歴史等である。喜茂別村は羊蹄山麓に位し羊蹄系火山灰に被覆されて居り，耕地として利用されてゐる傾斜地は當村農耕地の約 80 %に及んで居り，可なりの急峻な部分も耕地として利用されてゐる現状である。北海道農業試験場は此の地に試験地を設け諸般の研究に着手したものであるが，本試験地の圃場が農耕地として拓かれたのは約30年前に遡つて居り，爾来 2 人の所有者に属し大部分は小作地として耕作されてゐたものである。昭和 23 年傾斜地試験地圃場として譲渡され，翌 24 年春から試験が開始されたものであつて，総面積約 30 町歩を有し，耕地，林地並びに荒蕪地を含んでゐる。地形は極めて複雑で緩傾斜から急傾斜迄各種存在し，此の地帯の代表的の様相を示してゐるものと云ふことが出来る。從つてこの圃場について土壌侵蝕の状況を調査することは單に試験地圃場の現況を知り且つ當地方に於ける侵蝕概況を知り得るに止まらず更に進んで將來行はんとする試験研究の方向，内容を決定しその成績を検討する際に重要なる役割を果すべきものと考へる。かかる観點から當試験地圃場の調査を施行したものであるが，その調査結果に基づき圃場の侵蝕状況，試験地土壌の性質を述べ，更に進んで現在進行中の試験研究の概略をも併せ報告せんとするものである。

* 農藝化學部 ** 同土壌第 2 研究室

2. 喜茂別傾斜地試験地土壌侵蝕調査

(1) 調査方法

調査用の基図として 1 : 1000 實測図を使用して，傾斜群及び侵蝕度を夫々分類し基図に記入した。傾斜群の分類については種々の基準が用ひられてゐるが，現在の實状に合はせるため仮りに 3～8°，8～12°，12～16°，16～20°，20～25°，25°以上に分ち夫々 A，B，BB，C，D 及び E と定め，これが測定にはハンドレベルを使用した。樹林地の内調査可能の地区については調査を行つたが，急峻な傾斜の樹林地其他で踏査の出來ない地點は本調査から除いた。侵蝕度については主要個所に穿土を行ひ土層断面を調査し，下層約 70～80 cm の個所に存在する浮石層を基準に取り土層の深さを測定しこれから侵蝕度を推定した。更にこれを中心にして検土杖を用ひて表土及び下層土の状況を検し主として表層の厚さによつて分類し，None，Slight，Moderate，Heavy，Severe とし夫々 0，1，2，3 及び 4 として表示した。又集積地は集積した層の厚さによつて，+1，+2，+3 とし更に明らかに集積が起つてゐることが認められる個所で，同時に流亡も行はれて居り，表層の厚さが基準と同等程度と見られる所は ± 0 として表示した。本地区土壌の標準と見られる土層断面は次図に示す如くになつてゐる。尚主要個所から採集した表土

層位	層厚 (cm)	土色	土性	構造粗密	排水
H	18～20	黒褐色	腐植に頗る富む埴壤土	小團粒狀粗	良
HG	12～15	暗黒褐色	腐植に富み礫を含む埴壤土	團粒粗	良
G	25～30	暗褐色	礫を含む壤(埴壤)土	團粒～塊狀 稍密	良
G	20	黃褐色	礫に富む壤土	塊狀	
G			礫に頗る富む壤土		

第 1 圖　土層斷面
Fig. 1　Soil profile.

及び心土について分析を行い二三の理化學性を検討し更に MIDDLETON[1,2] によつて提唱された分散率侵蝕率を測定し，又 RUSSEL[3], FENG[4] 其の他による聚合体の安定度を求めた。

(2)　調査結果

調査結果を示せば第 2 図の如くであつて，本試験地内に於ける傾斜群を分けて見ると，BB 群に属するものが最も広範囲に分布して居り全耕地の約 40 %を占めて居り，C 群に属するものは約 30 %を示し第 2 の広い地積を占めてゐる。B 群及び D群に属するものは前二者に比較すると極めて少くなつて居り 各々約 12～13 %位の面積で 両者は稍々等しくなつてゐる。又 E 群に属するものは極めて僅かであつて，A 群に属するものは全然存在してゐない。併し用地全面積を更に踏査すれば恐らく D 群及び E 群は更に幾分増加するものと思はれる。現在耕地として利用されてゐる部分は前述の如く 12～20° の勾配を有する傾斜地が大部分であつて，畜力農具使用の可能な傾斜であるが一部は普通の農耕法実施の限界と考へられてゐる以上の急傾斜地も利用されてゐることが知られる。

侵蝕の程度を見ると傾斜の方向或いは傾斜の度合によつて必ずしも一様ではないが，何れの部分も大なり小なり表土の流亡が起つてゐることは明らかであつて，大部分の地域は grade 2 以上の侵蝕を蒙つてゐることが知られるもので，土地が開墾によつて自然の被覆が失はれ耕作が行はれる様になれば如何なる場合でも侵蝕作用が起るものであることを示してゐる。開墾年次と侵蝕作用の進行との関係は幾分見受けられるもので，例えば気象観測所附近の西南向の団地は開墾年次が最も古いものの一つであるが，傾斜は C 群に属してゐるにも拘らず侵蝕度は 3 を示してゐる。一方比較的最近に至つて耕地として利用されてゐる北東部は傾斜度 D 又は E であるが，侵蝕度は 2 乃至 1 の程度を示してゐる。併し他面開墾年次が前者と稍々等しい北東境界線附近の耕地は殆んど侵蝕を蒙つてゐない様に見えることは一見奇異に感じられる。この部分の表土が極めて厚いことは地形及び風向から考へて風によつて運搬せられた粒子の堆積によるものもあり，又この傾斜の上方及び中央部には既に 10 余年に亘つて牧草畑が設置されてゐたため表土の流亡を防止してゐたためであると推量されるものである。

傾斜の度合と侵蝕の程度との関係を求めると第 1 表に示す如く，両者間には密接なる関連性は認められないもので，緩傾斜であつても可なり激しい流亡が起つてゐる場合も見受けられた。併し同一斜面では急傾斜の部分で幾分多く流亡してゐる傾向が看取された。特に上部よりも下部が急傾斜をなして居り，しかも流下した土壤が抑へられることなく失はれてしまふ条件にある場合にはこの傾向が一層顕著である。又同一斜面であつて同一傾斜群に属してゐるものに於て，地形の僅かの変化が著るしく流亡程度に影響を与へてゐることが見られるものである。即ち同一地区内でも僅かに隆起してゐる部分或いは丘の背になつてゐる部分では表土が殆ど失はれて居り，これに隣接した窪地には著るしい堆積が見られるものである。この窪地に於ても集積と同時に流亡が行はれてゐる例も見受けられる。

第 1 表　傾斜と侵蝕度の關係
Table 1　Relation of slope degree and erosion grade.

傾斜 / 侵蝕度	B 8～12°	BB 12～16°	C 16～20°	D 20～25°	E 25° 以上	計
0 None	—	1	2	1	—	4
1 Slight	—	—	2	—	1	3
2 Moderate	1	5	1	3	—	10
3 Heavy	—	—	4	2	—	6
4 Severe	2	3	4	1	—	10
計	3	9	13	7	1	33

第2圖　喜茂別傾斜地試驗地（農藝化學部傾斜地研究室）土壤侵蝕調査結果

Fig. 2 Result of erosion survey in the Kimobetsu Soil Conservation Experimental Farm.

南西斜面の流亡程度は概して北東斜面より甚だしい様に見受けられる。元来斜面の方向が流亡の程度に影響するものであると云はれて居り，本試験地の場合にも同様の傾向が見受けられるとは言ふものの，この差が開墾年次，土地管理其の他各種の条件によつて影響されたため起つたものであるか，或いは斜面方向による本質的の差異であるかについては，更に多数の事例についての調査結果から判定しなければならない。土地の管理についてはこの土地が殆ど小作地として数戸の農家によつて耕作されてゐたためと，傾斜地と云ふ条件下にあるためその地形に制約されて生産力増進，土壌侵蝕防止のために絶対必要とされてゐる堆厩肥の施用が殆ど行はれて居らなかつたためとにより，勢ひ略奪的農業が行はれてゐたことは想像に難くないが，このことが開墾年次と表土流亡との関係を規定してゐるものの様に思はれる。観測所附近の侵蝕の程度が大きいことは，単に開墾年次の古いためばかりではなく，耕作者の住居から最も近距離にあるため地力の収奪が一層大きくなつてゐたためであると考へられる。

土地利用の形態と土壌侵蝕の関係は極めて興味ある結果を示してゐる。即ち第 2 表に示す如く，従来耕地として利用されてゐた部分は侵蝕度 2 程度を示してゐるものが大部分で，これより激しい侵蝕を受けてゐるものは極めて僅かである。しかも 4 程度を示してゐるものを見ると，先に述べた如く同一圃場内の地形の隆起してゐる僅かの部分の表土が失はれてゐるものがこれに該当し，全圃場面積から見ると殆ど問題視する要のないものである。これに反して林地或ひは荒蕪地として放置されてゐる地点を見ると，何れも 2 程度の侵蝕を

第 2 表 土地利用と侵蝕度の關係

Table 2 Relation of land Utilization and erosion grade.

侵蝕度 ＼ 土地利用	耕地	林地	荒蕪地	計
0 None	4	—	—	4
1 Slight	3	—	—	3
2 Moderate	10	1	1	12
3 Heavy	4	2	3	9
4 Severe	3	3	5	11
計	24	6	9	39

蒙つてゐる部分は僅かに一例にすぎず，大部分が 4 程度を示し表土の流亡が極めて著るしいことを示してゐる。これ等の地点の多くは比較的緩傾斜をなしてゐるが，何れも傾斜の脊部をなしてゐるもので，地形及び年間の卓越風の方向等から考へて風蝕作用を相当強度に蒙つてゐることが推定されるもので，風蝕と水蝕の影響を併せ蒙り，この結果表土の欠除となり従つて土地生産力は極度に低下し作物の生産に適さなくなつたもので，或ひは耕地を放棄し或ひは植林地に用途変換を余儀なくされたものであると思はれる。

当試験地近隣の農家の土地利用の状況を見ると，C 群及び D 群に属する急傾斜地を耕地としてゐるものが多く，これ等急傾斜地の頂部の生産力は著るしく低下してゐることが見受けられるが，本調査を通して知られることは，地形が比較的急峻であり又開墾後の年数も大約 40～50 年に至つてゐる割合に，他地区例えば空知，上川等の傾斜地に比較して表土の残存量が比較的多いことで，早急に適切な方策を実施することにより，地力の減耗を防止し生産力は或程度維持出来るものであることが推定し得ることである。

3. 土壌の性質

(1) 試料採集個所

試料 I ——傾斜の下方にあつて上部から流下した土壌が集積してゐると見られる個所

試料 II ——数年間牧草畑として利用されて居り，第一層の構造は極めて良好で且つ表土の厚さが他よりも厚くなつてゐる個所

試料 III ——荒蕪地として数年間放置せられて居り，雑草の繁茂が甚だしかつた個所

試料 IV ——北東斜面で開墾後比較的新らしい（約 15～16 年）所であるが，急斜面で表土の一部が流亡してゐる個所

試料 V ——前記 IV の下方で上部の表土が集積するが，斜面が急勾配をなして居り更に流亡が起つてゐる個所

試料 VI ——傾斜の上部丘の背になつて居り，水蝕と共に風蝕を受けてゐると見られるもので，表土は殆ど失はれて居り作物生育が極めて不良なる個所

(2) 分析結果

採集した土壌について二三の理化学性を分析した結果は第 4 表に示す如く，試料 II から試料 V 迄

第3表　土壤分析成績

Table 3　Results of soil analysis.

試料		全酸土	腐植(%)	全窒素(%)	置換容量(mg ef)	100g土壤水中沈底容積(cc)	容水量(%)	水分當量(%)
I	表土	1.05	11.67	0.65	24.1	136.0	33.90	23.86
	心土	1.93	11.52	0.65	25.5	147.0	38.68	26.48
II	表土	0.53	12.20	0.58	30.5	140.0	34.31	27.80
	心土	0.53	6.22	0.32	15.7	137.0	35.30	21.75
III	表土	0.70	11.54	0.62	26.8	133.0	33.52	26.21
	心土	0.53	5.17	0.27	19.2	130.0	34.46	23.25
IIII	表土	0.53	15.79	0.91	37.9	154.0	35.55	28.20
	心土	0.53	8.22	0.45	23.1	145.0	34.84	23.61
V	表土	0.88	12.35	0.71	26.8	138.0	36.59	24.98
	心土	0.70	5.87	0.32	12.0	132.0	35.71	23.96
VI	表土	0.88	8.94	0.52	20.8	137.0	35.97	—
	心土	0.70	5.57	0.31	13.9	140.0	35.14	22.38

の各土壤の性質を見ると，各土壤間には多少の変移はあるが殆ど類似してゐるものと云ふことが出来る。即ち腐植含量は表土が著るしく高く心土は少くなつて居り，窒素含量も殆ど腐植含量に平行してゐる。置換容量も表土が高く，沈底容積，水分当量共に表土が幾分高くなつてゐる。これから表土の理化学性は心土より勝れてゐることが知られるものである。試料VIは他の土壤と稍々同一の傾向を示してゐるが，腐植含量並びに窒素含量の少い点或いは土色の淡黄褐色を呈してゐる点から，表土の流亡を来たしてゐることは明らかで，生産力が他の個所より劣つてゐることが明瞭に看取されるものである。又試料Iは他の個所のものと異り表土及び心土の間には大なる差異を見出すことが出来ず殆ど同一の性質を示してゐるものと云ふことが出来る。これから見て此の部分は明らかに集積してゐることを示してゐる。又試料IIIIの荒蕪地は，かつては生産力のおとろへたために放棄されてゐたものと思はれるが，草地として永年放置されてゐる間に表層に腐植の集積が起り且つ草生地であるため表土の流亡が抑へられ，自然の間に土壤の性質が好転して来たものと思はれる。其の後この土地を鋤き起して再び畑地に還元した結果，従来の畑地に比較して作物生産力には大なる差異を認められなくなつてゐるものである。

次にこの土壤について機械分析を行つた結果は第4表に示す如くである。理学性に於ても前記同様表土の性質が心土に勝る傾向が見られるもので，表土は粗砂，細砂が少く微砂，粘土の含量が多く，膠質粘土もこれに準じて多くなつてゐる。又1%懸濁液中の微砂及び粘土の含量も亦多くなつてゐる。試料Iに於ては表層下層の間には殆ど差異は見られないが，表層がむしろ他の土壤の下層にやや近い傾向を示してゐるが，この点からもこの地点の集積を来たしてゐることを知ることが出来る。又試料VIも表土と心土の性質がやや類似してゐるが，他土壤の心土に類似の性状を示してゐる。此の様に土壤理学性は表土が勝れてゐることは明らかであるが，これ等の数値からMIDDLETON の提唱した分散率及び侵蝕率を求めた結果は，表土の分散率は心土に比して一般に高く，心土の 5〜8 に対し 8〜12 を示し受蝕性がやや高いことを示してゐる様に見受けられる。併し受蝕性決定に更に重要な意義を持つものと云はれてゐる侵蝕率は，分散率に於ける程の大きな差異は認められないもので，表土の最高 20.6，最低 15.0 となつて居り，心土は最高 14.7，最低 11.5 を示し表土の受蝕性が幾分高くなつてゐるものの，

第4表　土壤理學性

Table 4　Physical properties.

試料		細土100分中 粗砂	細砂	微砂	粘土	膠質粘土	1%懸濁液 微砂+粘土	分散率	侵蝕率
I	表土	14.7	34.3	20.2	30.8	12.9	5.7	11.14	20.63
	心土	11.8	30.9	23.6	33.7	16.7	4.8	8.36	13.27
II	表土	9.3	23.3	22.8	44.6	19.3	8.1	12.01	17.42
	心土	17.7	31.9	14.7	35.7	6.8	2.3	4.57	14.74
III	表土	9.9	23.4	25.0	41.7	14.4	5.7	8.53	15.51
	心土	28.2	25.6	12.1	34.1	8.2	2.1	4.54	12.94
IIII	表土	7.0	22.7	20.4	43.8	14.1	6.0	9.33	18.64
	心土	16.5	30.5	17.6	35.4	9.7	2.3	4.71	11.49
V	表土	12.0	28.5	17.8	42.3	19.4	6.5	10.79	14.99
	心土	23.5	25.4	18.0	33.6	8.2	2.8	5.42	12.32
VI	表土	16.6	31.3	19.4	34.6	8.6	6.6	12.21	—
	心土	17.3	30·4	16.6	35.2	6.9	2.8	5.38	14.60

MIDDLETON の分類によると受蝕性土壤と耐蝕性土壤のほぼ中間の性質を有してゐるものと云ふことが出来る。

近年に至り RUSSEL, FENG 等は，土壤の侵蝕性を決定する一つの要素として聚合体の安定度が重要なるものであることを述べてゐるが，同氏等の方法によつて聚合体分析を行つた結果は第5表に示す如く，初期安定度 (a) は表土最高 0.729, 最低 0.647 を示し，心土は最高 0.722, 最低 0.674 となつて居り，表土心土共に殆ど同様の値を示し，しかもその価は極めて高くなつて居り，水に対する抵抗性が大なることを示してゐる。又時間の経過に対する抵抗性の大小を示すものと云はれる分壞度 (b) は 0.013〜0.062 で，この価は極めて低く殆ど無視して差支へないものと思はれる。従つてこれ等の結果からこの土壤の聚合体は水の作用に対して極めて安定してゐるものであることが知られるものであるから，本土壤の受蝕性が元来幾分高いものであつても，水の作用に対しては可なり安定した状態にあることが窺はれる。このことは試驗地圃場に於ける各種の試驗に際しての観察によつても首肯し得る所のものであり，又比較的急傾斜の多い此の地帯が，開墾後既に 30〜50 年を経過してゐるにも拘らず表土の流亡が比較的少くなつてゐる原因であるとも考へられる。

第 5 表　聚分體分析結果

Table 5　Results of aggregate analysis.

試	料	聚合體 4 分振盪 (g)	聚合體 9 分振盪 (g)	初期安定度 a	分壞度 b
I	表土	4.30	4.22	0.647	0.023
	心土	4.70	4.47	0.709	0.062
II	表土	4.82	4.59	0.719	0.061
	心土	4.90	4.81	0.695	0.020
III	表土	4.88	4.72	0.729	0.041
	心土	4.72	4.65	0.685	0.019
IIII	表土	4.85	4.72	0.706	0.033
	心土	4.55	4.45	0.674	0.028
V	表土	4.82	4.65	0.711	0.047
	心土	4.80	4.75	0.689	0.013
VI	表土	4.87	4.80	0.697	0.015
	心土	4.87	4.65	0.722	0.057

4. 試驗研究の概要

本試驗地に於て実施中の研究内容についてはその一部を既に報告したものであるが[5)]，本試驗地に課せられた研究の目標は，土壤侵蝕を引きおこすべき基礎的諸条件を究明すると共に，これを基にして土地保全の方策を樹立し，傾斜地の地力維持，営農の改善並びに安定化を計ることにある。従つて将来研究を要すべき内容としては土壤学的見地よりするもの，作物学的見地よりするもの，農業土木学的見地よりするもの，農業経営学的見地よりするもの等多岐多様に亘るべきものであることは勿論であるが，現在は取りあへず作物栽培学的方法による土地保全について主として研究を進めつつある。今これ等実施中の試驗研究の主要なるものを二，三列記すれば次の如きものがある。

(1)　土壤流亡の諸條件に關する試驗

土壤の流亡を規定する諸条件に関し基礎的のデータを求め更にこれを実際の栽培に利用せんとするものであつて，次の如きものが行はれてゐる。

a　作物の種類と土壤侵蝕の関係

試驗區　20 m² (2 m × 10 m)

供試作物　馬鈴薯，玉蜀黍，麥類，多年性牧草，アスパラガス，除蟲菊等

b　施肥と土壤流亡に関する試驗

試驗區　20 m² (2 m × 10 m)

無肥料區，堆肥單用區，金肥單用區，金肥堆肥併用區

供試作物　春播小麥（農林 29 號）

c　傾斜の長さと耕作の方法が土壤流亡に及ぼす影響

傾斜度の異なつてゐる地点に於て実施し傾斜の長さと耕作の方法の影響を知らんとするものである。

試驗區　第1區，傾斜度 7〜8°

第2區，傾斜度 22〜25°

各々 100 m² (2 m × 50 m) 及び 50 m² (2 m × 25 m) 慣行區，等高線栽培區，等高線條帶區

(條帶は中央に夫々 5 m 及び 2.5 m)

供試作物　麥播小麥

(2)　栽培の方法と地力に關する試驗

栽培の方法が土壤流亡に影響する程度並びに土

地生産力に影響する程度を見出さんとする目的で行つてゐるものである。

a 等高線栽培と上下耕栽培に關する試験

試驗區 東南斜面，15〜16° 各 ⅓ ha

供試作物 大豆→馬鈴薯→玉蜀黍→麥類

調査事項 收量調査，勞力調査，地温及び土壤水分

b 耕鋤法と土壤侵蝕に關する試験

耕鋤の深浅が土壤流亡に及ぼす影響を知らんとする。

試驗區 北斜面，傾斜度 10〜13° 20 m² (2 m × 10 m)
普通耕區（耕深 3 寸），深耕區（耕深 5 寸），
心土耕區

供試作物 大豆→玉蜀黍→麥類→馬鈴薯

調査項目 流亡土壤量，土壤水分，土壤理化學性の變化

(3) 地力維持に關する試験

a 堆肥緑肥による地力維持試験

傾斜地の地力維持には特に有機質肥料の重要であることは明らかであるが，これがために必要とする量及び緑肥によつて置き代え得べき程度を知らんとする。

試驗區 1 區 10 坪，南西斜面，傾斜度 20〜22°
金肥單用區，堆肥 300 貫單用區
堆肥 300 貫＋金肥併用區
堆肥 500 貫＋金肥併用區
堆肥 900 貫 3 年 1 回施用＋金肥併用區
堆肥＋綠肥 1 年＋金肥併用區
堆肥＋綠肥 2 年＋金肥併用區
綠肥は秋播ライ麥，菜種，牧草類

供試作物 麥類→馬鈴薯→玉蜀黍

調査事項 收量調査，流亡土壤量，地温，土壤理化學性

b 馬鈴薯跡地に於ける土壤管理

馬鈴薯掘取跡地の土壤流亡著るしくために地力の減退を促進してゐるものが多いと思はれる。よつて掘取跡地の土壤流亡防止の方法を研究せんとする。

試驗區 南西斜面，傾斜度 22〜23°，1 區 20 m²
男爵 掘取跡放置
掘取跡ライ麥條播
掘取跡菜種條播
紅丸 掘取跡放置
收穫前ライ麥畦間播種
收穫後ライ播條播

調査事項 流亡土壤量

(4) 輪作による土壤保全に關する試験

輪作形式が土壤保全，生産力維持に及ぼす影響を明らかにして當地帯に於ける適切なる輪作式の基本型を研究する。

試驗設計

第 1 區 南西斜面，傾斜度 14〜16°，約 12000 m²
(1) 燕麥（クロバー）→クロバー→馬鈴薯→稗，黍→大豆→玉蜀黍
(2) 燕麥（クロバー）→クロバー→馬鈴薯→亞麻，麥類（クロバー）→クロバー→玉蜀黍

第 2 區 西斜面，傾斜度 12〜13°，約 7500m²
(1) 燕麥→馬鈴薯→大豆→デントコーン→稗，黍（麥類）→馬鈴薯
(2) 燕麥（クロバー）→クロバー→クロバー→馬鈴薯→デントコーン，黍→大豆，菜豆

第 3 區 東斜面，傾斜度 9〜10°，約 12300 m²
(1) 燕麥→馬鈴薯→大豆→玉蜀黍→稗，黍（麥類）→馬鈴薯
(2) 燕麥（クロバー）→クロバー→クロバー→馬鈴薯→玉蜀黍，黍（麥類）→大豆，菜豆
(3) 燕麥（クロバー）→クロバー→馬鈴薯→亞麻，燕麥，クロバー→クロバー→玉蜀黍

第 4 區 北斜面，傾斜度 10〜13°，約 5700 m²
(1) 燕麥→馬鈴薯→大豆→燕麥→甜菜→大豆，菜豆
(2) 燕麥（クロバー）→クロバー→クロバー→馬鈴薯→玉蜀黍→大豆

第 5 區 東北東斜面，傾斜度 19〜20°，約 4200 m²
燕麥（クロバー，牧草）→牧草→牧草→牧草→馬鈴薯→デントコーン，黍

備考 何れも等高線栽培とする。

調査事項 土壤理化學性の變化，土壤斷面，生育收量，各斜面の氣温及び土壤水分

以上は試驗研究の輪郭を記述したにすぎないものであるが，更に氣象關係の基礎資料の蒐集，附近農家の調査等をも行つてゐる。これ等の試驗結果の成績については今後遂次報告を行はんとするものである。

5. 摘　要

喜茂別傾斜地試驗地圃場の侵蝕調査を行い，傾斜群並びに侵蝕の程度を分類し，更に土壤の性質を調査した。その結果は次の様に要約される。

1 傾斜群 BB 群 (12〜16°) に屬するもの最も廣範圍に分布し約 40 %を占め，これについで C 群 (16〜20°) が廣い地積を占め約 30 %を示し

た。B群 (8～12°) 及び D群 (20～25°) は稍々等しく 12～15 %で, E群 (25° 以上) に屬するものは極めて僅かである。

2 侵蝕度 全圃場何れも多少の侵蝕を蒙つて居り, 大部分は侵蝕度 2 以上を示してゐる。開墾年次と侵蝕度との関係は幾分見受けられる。地形の僅かな変化が侵蝕の程度に著るしく影響してゐる。傾斜度と侵蝕の間には密接な関係は認められないが, 従来の土地利用の状況と侵蝕度との間には強い関連性が認められた。即ち従来耕地として利用されてゐた部分は侵蝕度 2 程度のものが大部分であるが, 植林地或いは荒蕪地は甚だしく表土が流亡してゐるもので, この部分は風蝕と水蝕とを共に受けてゐることが知られる。

3 土壌の性質 一般に表土の理化学性は心土より良好であるが, 甚だしく侵蝕を受けてゐる土地の性質は悪化してゐる。

4 分散率及び侵蝕率 表土の分散率は心土より幾分高くなつてゐる。侵蝕率は表土, 心土の間には大なる差異は認められず, 受蝕性は中庸である。

5 聚合体安定度 初期安定度 (a) は表土, 心土共に極めて高く, 分壊度 (b) は何れも極めて小さく無視し得る程度である。従つて本試験地の土壌は水の作用に対して比較的安定した状態にあることが知られる。

6 更に現在実施中の重要な試験研究の二, 三について記述した。

本報告は昭和 26 年 11 月土壌肥料學會北海道支部秋季例會に於てこの大部分を報告したものである。本報告の取纒めに當り懇切なる御指導を賜つた北大教授石塚喜明博士並びに圖面作成に協力を得た土壌第 1 研究室瀬川技官に對し深甚なる謝意を表する。

引用文獻

1 MIDDLETON, H. E., SLATER, C. S. and BYERS, H. G., 1932: U. S. D. A. Tech. Bul., No. 316.
2 ——, 1934: U. S. D. A. Tech. Bul., No. 430.
3 RUSSEL, M. B. and FENG, C. L., 1947: Soil Sci., 63.
4 BRYANT, J. C., BENDLEXEN, T. W. and SLATER, C. S., 1948: Soil Sci., 65.
5 西潟高一, 1951: 農業改良技術資料第 15 號 (土壌肥料資料第 2 號)。

Résumé

The authors made an erosion survey of Kimobetsu Soil Conservation Experimental Farm and grouped the slope degree and erosion grade, then measured the properties of the soil. The results were as follows:

1. Degree of slope. Group BB (12～16°) distributed most widely occupying about 40 % of the field, next was group C (16～20°) which was about 30 %. Group B (8～12°) and group D (20～25°) were almost the same and they occupied about 12～15 % respectively, and group E (over 25°) was very limited.

2. Amount of erosion. On the whole, all fields were eroded to some extent and almost all of them showed higher than grade 2. Some relations were seen between the age of the reclamation and grade of erosion. Slight differences of topography exerted very much influence on erosion and deposition of soil. No close relation was observed between slope and erosion grade but there were close relations between erosion degree and land utilization up to this time. That is to say, almost all of the fields that are under cultivation showed grade 2, but the areas utilized as wood land and idle land have lost nearly all the top soil; it was seen that these areas have suffered from both wind and water erosion.

3. Soil properties. In general, the physical properties of topsoil were more favourable than those of subsoil, and the properties of soil that were eroded severely tend to become worse.

4. Dispersion ratio and erosion ratio. Dispersion ratio of topsoil showed somewhat higher value than that of sobsoil. In erosion ratio, there could not seen great differences between topsoil and subsoil, and the erodibility of these soils showed moderate.

5. Stability of soil aggregates. By aggregate analysis, it was observed that the values of "Initial stability" (a) were in both topsoil and subsoil very high and that of "Rate of disintegration" (b) were so small that they could be neglected. Therefore, the condition of the fields of this farm is comparatively stable in relation to the action of water.

傾斜地用農機具に關する研究（第1報）

横山偉和夫*　鳥山正雄**

STUDIES ON THE IMPLEMENTS FOR HILLSIDE FARMING. I

By Iwao YOKOYAMA and Masao TORIYAMA

緒　　言

傾斜地用農機具の利用並びに改善に関しては傾斜地利用の耕地が相当な面積を占めているにかかわらず未だこれに関する試験研究があまりなされて居らない。又特に傾斜地用としての特色ある農機具の製作もあまりなされて居らず従つてその利用も殆んど見るべきものがない。

此の問題についてその基礎的な調査を行い傾斜地に利用せられる農機具類に改良を加えるため1950年より当研究室に於て試験を行つたので，その試験結果の大要について紹介する。

1　普通プラウの上向反轉について

現在普通地の扛起用に使用せられている1頭曳プラウの慣行扛起法で使用し得る傾斜度を知るためにその上向反転の反転度，放擲度，牽引抵抗について試験した結果は次の通りである。

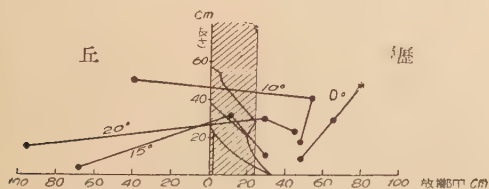
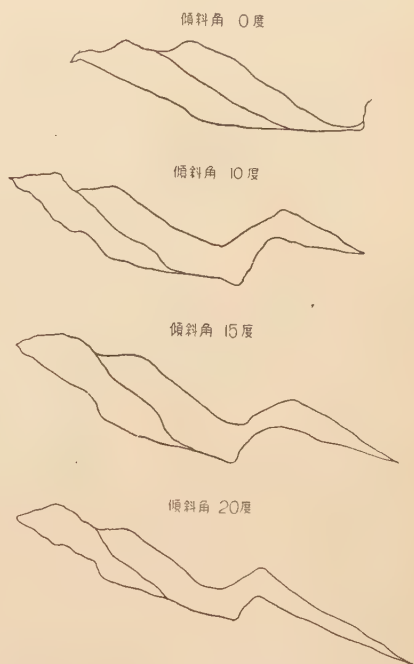
上向反転に於ては第1図に示した様に傾斜角度の増加と共に扛起された土壌の反転は不良になり

第1圖　普通プラウの傾斜地に於ける上向反轉の際の反轉放擲圖

Fig. 1　Turnning and throwing conditions of soils, when plowing the slice upward by the ordinary plow.

培土の傾向が増してくる。即ち傾斜角0度に於ては完全なプラウイングを行うが，傾斜度10度附近になればプラウの刃先部を流れる土壌は若干の反転を示すが他の部分を流れる土壌は反転せずに培土の状態になると共に1部は丘側に流れる。

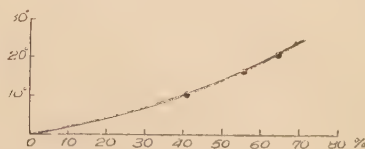
傾斜角度が更に大きくなるとこの傾向は更に大きくなり反転は殆んどせずに培土の傾向になると同時に丘側に流れる量は更に増加する。第2図は

第2圖　丘側土壌と壢側土壌の傾斜角に依る比率曲線

Fig. 2　Ratio-curve of the plowed soils, which flows on the land and on the furrow.

*　農業物理部
**　同農機具研究室

壢側に扛起せられた土壤と扛起された土壤が反転せずに丘側に流れた土壤の量との比率を各傾斜度について示して居り 10 度附近に於ては壢側に扛起せられる土壤の約 55 %，20 度附近に於ては約 65%の土壤が丘側に流れる。

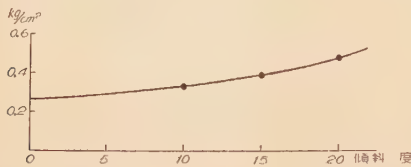
尚此の様に上向反転を行う場合その牽引抵抗は傾斜角度が大きくなるにつれて増大し従つてその比抵抗もこれに比例して増大してくる。第 3 図は各傾斜度に於ける比抵抗の増加を示す。

第 3 圖　普通プラウの上向反轉に於ける比抵抗曲線

Fig. 3　Specific resistance curve when plowing the slice upward by the ordinary plow.

2　傾斜地用プラウについて

傾斜地用プラウとして現在北海道に於て製作せられているものをその形態により分類すれば次の通りである。

1　左右転体型　　(イ)　上側転体
　　　　　　　　(ロ)　下側転体
2　上下転体型　　(イ)　2犁体（2ボトム）
　　　　　　　　(ロ)　1犁体（1ボトム）
3　前後転向型
4　左右交代型

試験には供試機として左右転体型下側転体の 1 頭曳 8 吋プラウを使用して行つたが，その反転度，放擲度及び牽引抵抗を各傾斜度に於いて試験した結果は次の通りである。

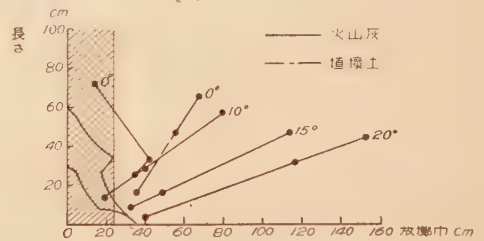
各傾斜度に於ける反転度及び放擲度は第 4 図に示されている様に 0 度に於ては反転は良好ではないが，傾斜角度が大きくなると反転は逐次良好となり，10 度附近以上に於ては傾斜角度が大きくなつても放擲される幅は扛起土壤が壢の表面を辷り落ちるため大きくなるが，反転には殆んど差異がなくなり同程度の反転を示している。

第 4 圖　傾斜地プラウによる反轉放擲圖

Fig. 4　Turnning and throwing conditions of soils plowing by the hillside plow.

然しこの反転度及び放擲度は土壤の種類及びその性状により異なり，同一のプラウを使用して埴壤土の平坦地に於て試験した際は軽鬆土にて試験した場合に比較して放擲度は増加すると共に反転も割合良好な結果を示した。

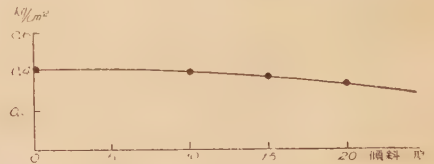
傾斜地用プラウを使用して扛起作業を行つた際の牽引抵抗は第 5 図に示す様に傾斜角度の増加と共に逐次減少し従つて比抵抗も減少する。

第 5 圖　傾斜地プラウの比抵抗曲線

Fig. 5　Specific resistance curve, plowing by the hillside plow.

3　傾斜地プラウの牽引について

傾斜地に於ては丘曳の場合，耕馬の牽引角は傾斜角度により変化する。特に軽鬆な土壤で傾斜が急になれば耕馬の歩行は益々困難となり馬は壢壁

を避けて上方を歩こうとするため垂直及び水平牽引角は共に大きくなり耕馬の操縦のみならずプラウの操作は非常に困難となる。

軽鬆な土壌で傾斜角0度に於ては耕馬は墢壁に沿つて歩行し得るが，傾斜角10度に於ては墢壁より約50 cm，傾斜角20度に於ては約80 cm位上方を歩行したがる。

以上は丘曳の場合に起る問題であるが，これを溝曳し得るようにプラウを製作すれば此れ等の問題は起らない。然し現在のプラウは全部丘曳に作られて居り，従つて耕馬も丘曳する様に馴らされて居るので傾斜地用として溝曳を行わしめるためには耕馬の訓練が必要である。

以上の結果より傾斜地に於けるプラウの利用並びに改善を行うためには次の点に留意することが必要であることを認めた。

1　傾斜地に於ては土壌の種類及びその性状により差があるが普通プラウの使用は傾斜角5度位迄で，それ以上の傾斜地に於ては傾斜地用プラウを使用する方がよい。

2　傾斜地に於て普通プラウを上向反転せしめた場合は比抵抗は傾斜角と共に増大する。又，傾斜地プラウにより扛起作業を行う場合は傾斜角が大きくなるにつれて比抵抗は減少する。

3　傾斜地用プラウは丘曳の場合，傾斜角度に応じて垂直及び水平方向の牽引角を変へ得る様にすべきである。

4　普通耕地として利用し得る傾斜度は20度迄と思はれる。

5　傾斜地用プラウの重量についてはなるべく軽量のものが望ましく，1頭曳刃幅8吋より10吋位のものが適当と思はれる。

参考文献

1　横山偉和夫，1951：　農業朝日（北海道版），第6巻，第8號，5頁.

2　常松榮，1946：　北方農業機具解說.

Résumé

1. An ordinary plow is to be used on slopes lower than five degrees, but on steeper slopes it is desirable to use a hillside plow.

But there is a difference with the kinds of soil and their properties.

2. When plowing the slice upward with the ordinary plow, specific resistance of the plow is increased by the angle of slope.

But the specific resistance, in ordinary plowing with the hillside plow, will decrease.

3. When a hillside plow is used, except in furrow hitching, the horizontal and vertical angle of the hitch should be changed according to the slope angle.

4. The slopes which are usable for cultivation considered to be up to a slope of twenty degrees.

5. It is desirable to use as light a hillside plow as possible, therefore a one-horse plow having width of cut of 8″～10″ is best adapted for general use.

泥炭地水田の用水量に關する豫備的調査

千　葉　　豪*

PRELIMINARY RESEARCHES ON DUTY OF WATER IN THE RICE-FIELD OF PEAT-BOG

By Takeshi CHIBA

1 緒　　言

本調査は泥炭地水田の用水量を測定し，造田及び灌漑計画の一つの資料とするため，当場の美唄及び岩見沢特定試験地で行つた。泥炭地は鉱質土に比べて全く趣が異り，測定方法にも種々考慮すべき点が生じた。加うるに調査開始時期の後れにより調査田の選定，調査施設等にも支障を生じ，調査は屢々困難を来した。そのため琴似本場の鉱質土で調査を行い参照した他，調査期間中に種々な事情に応ずるための補足的測定を行つて調査結果に補正を施した。本報告に於ては用水量調査について，地域の特殊性のために考慮すべき事柄と，補正事項及びかかる操作によつて得た調査結果を述べ，併せて微気象的事項を若干附加して，今後の調査の参考に資する。

2 調査方法

灌漑期間を4期に分け，美唄，岩見沢の泥炭地水田の中から適当なものを選定する筈であつたが，調査開始が既に移植後1旬～2旬に後れた爲，観測の都合上，調査期間を1旬毎に区切る事とした。又同様の理由で試験田の選定についても，既にかなりの制限を受けなければならなかつた。試験に使用した水田周辺の状況を第1図に示し，試験田の特性，耕種方法を第1表に示す。

調査は，滲透量，葉面蒸発量，株間蒸発量，田面蒸発量の各項目について行い，この他，気温，湿度，水温，地表温，地温，風向風速，蒸発計蒸発量などの測定も行つた。

水田に灌漑水を流入した後，流入，流出孔を密閉し，水田に打ち込んだ杭によりフツクゲイジを用いて一昼夜の水面降下を測定した。更に陶器製のポツトを用い，大ポツトには稲を2株植え，小ポツトには土と水だけを入れて水田中にはめ込み，株間及び葉面の蒸発を求めた。ポツトの中に尖端をとがらせた針金を立てて尖端すれすれに水を入れておき，翌日，蒸発して減つた分を再び入加する。この際水をメスシリンダーで測りながら

第1表　試験田の狀況

Table 1　Circumstance in the examination rice-field.

	岩見澤	美　唄	琴　似
畝　幅	1尺～4寸 (30cm～12cm)	1尺2寸～5寸 (36cm～15cm)	1尺3寸～4寸 (39cm～12cm)
品　種	榮　光	晩生榮光	中生榮光
暗　渠	有　り	無　し	有　り
客　土	5～6立坪 ($30m^3$～$35m^3$)	12立坪($70m^3$)	無　し
土　質	低位泥炭	高位泥炭	砂壤土
水田面積	4畝($410m^2$)	9畝($935m^2$)	8.3畝($826m^2$)
稲株數 (n)	10890	16940	17672
代　播　日	6月1日	5月25日	6月10日
移　植　日	6月5日	5月28日	6月14日
幼穗形成日	7月7日	7月5日	7月3日
出穗初め	7月28日	7月27日	
出　穗　期	8月1日	28日	7月28日
出穗そろひ	8月3日	29日	
落　水　日	8月17日	8月13日	8月20日
備　考	通常暗渠は水閘でせき止めたまに開く	排水をせき止めて田の漏水を防ぐ	暗渠は水閘でせき止めている

---

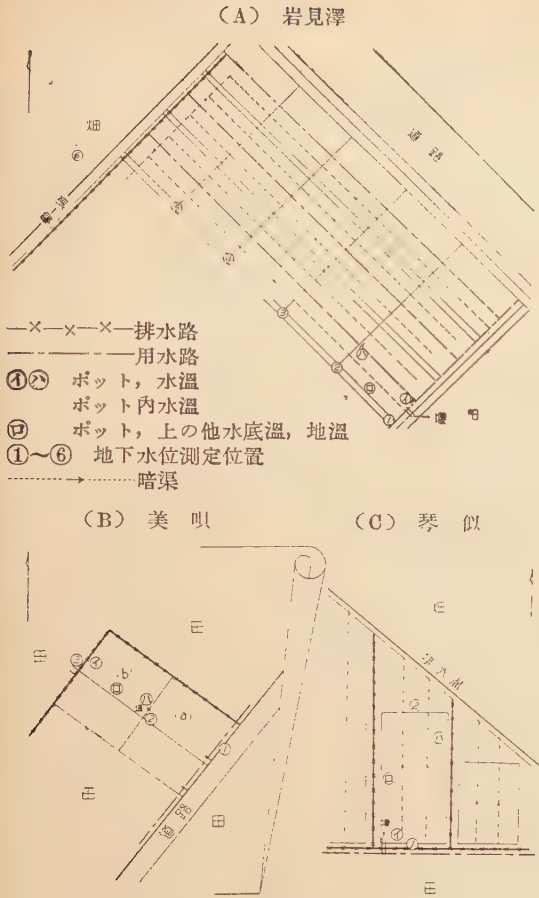
* 農業物理部農業氣象研究室

第 1 圖 試験田とその周邊

Fig. 1 Conditions of examination rice-field and the sorroundings.

注入すれば一昼夜の減水がわかるわけである。以上の装置を水田の水口附近，中央，流出孔附近の3ヶ所に設け(第1図)，計算に当つてはそれぞれの値を平均して蒸発量を算出した。ポットは一様な大きさで金属性のものを用い，縁をナイフエツヂにしておけば測定にも計算にも甚だ便利であつたが，その余裕がなかつたため降雨のあつた日の蒸発量は直接測定することが困難であり，計算もいくらか繁瑣にならざるを得なかつた。

株間蒸發量	: Xm^3 ($x$cm)
葉面蒸發量	: Ym^3
田面蒸發量	: Zm^3 ($y$cm)
大ポットに對する注入量	: Vcc
小ポットに對する注入量	: $v$cc
大ポットの面積	: Acm^2
小ポットの面積	: acm^2
水田面積	: Pm^2
稻株數	: n
稻株面積（1株當り）	: $q cm^2$

とすれば

$$x=\frac{v}{a}\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

$$X=\frac{1}{10000}\frac{v}{a}(10000P-qn)\cdots\cdots (2)$$

$$y=\frac{\frac{1}{2}nA\times\frac{V}{A}+(10000P-\frac{n}{2}A)\frac{v}{a}}{10000P}\cdots (3)$$

$$Z=\frac{1}{10}yP\cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

$$Y=Z-X\cdots\cdots\cdots\cdots (5)$$

上記の式によつて蒸発量はすべて計算することが出来るが，これを反当りに換算するのにはX, Y, Z の値に $\frac{991.7}{P}$ を乗じた。稲株面積 q は時と共に次第に増大するから1旬毎にその平均値をとり葉面蒸発量は1旬ずつ区切つて算出することにし，田面蒸発量及び滲透量もそれに従つた。測定は気象観測などの都合上夏時刻の11時に行い，他に灌漑期間中数夜にわたつて昼夜観測を行つた。

次に，前記の水田水面降下に水田面積を乗じ，それから田面蒸発量 Z を引き，降水量を加えることによつて滲透量を求めた。

以上の方法によつて得た結果の当否，及び測定方法の適否について吟味するため，本場に於いては灌漑期間中，水田水口に設けた堰によつて流入水量を求め，岩見沢に於いても灌漑末期，ポンプと堰により同様の測定を行つた。この他，前記項目についてしばしば毎時観測を行い，必要の生じた事項につき調査を附加したが記述はすべて夏時刻に従つている。

3 測定結果とその吟味及び補正

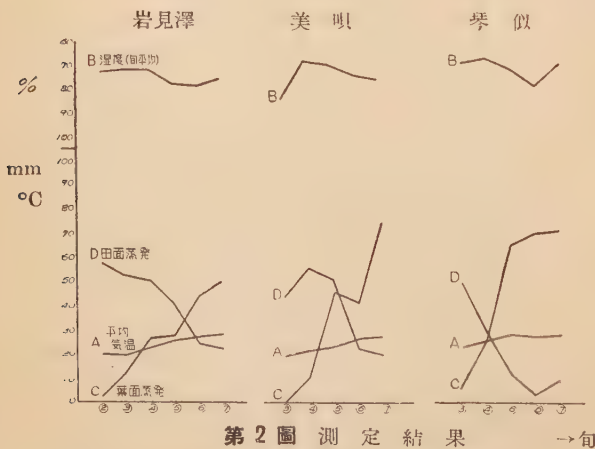
前節で述べた方法により測定した結果を一括して，第2表及び第2図に示す。

温度，湿度の如き気象要素は1旬毎に10日間の平均を記入し，蒸発量，滲透量は10日間の積算を表している。調査期間中，気温は次第に高くなつているが湿度には一定の傾向は見られない。しかし毎時観測及び日変化に於て気温と湿度の間に密接な関係があることは後述の通りである。

(1) 蒸發量

第2図によつて明かな様に，稲の生長するにつ

第 2 表 測 定 結 果　**Table 2** Measurement result.

	旬 (自月日)	氣温 (°C)	濕度 (%)	株間蒸發量 cm	株間蒸發量 試驗田	株間蒸發量 1反歩當り m³	田面蒸發 cm	田面蒸發 1反歩當り m³	葉面蒸發 1反歩當り m³	株面積 m²	株間面積 m²	滲透量 cm	滲透量 1反歩當り	降水量 mm	降水量 反當り	純用水量 反當り
岩見澤	2 (15/VI)	20.2	73	5.8	23.7	57.3	5.9(6.0)	58.5(59.7)	1.2 (2.4)	1.53	408.5	52.3(19.9)	197.2	25.8	25.6	231.3
	3 (25/VI)	19.8	72	5.3	21.5	52.0	5.9(6.6)	58.5(65.0)	6.5(13.0)	4.62	405.4	51.9(19.7)	195.3	7.0	6.9	253.4
	4 (5/VII)	22.9	72	5.3	20.8	50.3	6.4(7.7)	63.5(76.7)	13.2(26.4)	18.0	392.0	50.3(19.1)	189.2	51.1	50.5	215.4
	5 (15/VII)	25.8	78	4.4	16.8	40.7	5.5(6.9)	54.5(68.3)	13.8(27.6)	28.4	381.6	47.8(18.2)	180.5	5.5	5.5	243.3
	6 (25/VII)	27.0	79	2.7	10.1	24.4	4.7(6.9)	46.6(68.8)	22.2(44.4)	37.2	372.8	43.9(16.7)	165.5	31.4	31.2	203.1
	7 (4/VIII)	28.1	76	2.5	9.2	22.2	4.8(7.4)	47.6(73.0)	25.4(50.8)	42.7	367.3	39.1(14.9)	147.8	2.5	2.5	218.3
	8 (14/VIII) (for 4 days)	26.5	73	0.96	3.5	8.45	1.8(2.8)	17.9(27.4)	9.45(18.9)	42.7	—	14.0(53.2)	52.7	0.8	0.8	79.3
	計	—	—	27.0	105.6	255.4	35.0	347.1	91.8	—	—	299.3(113.8)	1128.2	124.1	123.1	1144.0
	(補正値)	—	—	—	—	—	(44.3)	(438.9)	(183.6)	—	—	—	—	—	—	—
美唄	3 (18/VI)	19.2	85	4.4	40.8	43.2	4.4(4.4)	43.6(44.0)	0.4 (0.8)	6.4	928.6	12.2	121.0	26.9	26.7	138.3
	4 (28/VI)	21.6	69	5.7	52.0	55.1	6.1(6.6)	60.5(65.9)	5.4(10.8)	24.9	910.1	11.8	117.1	4.7	4.7	178.3
	5 (8/VII)	23.1	71	5.3	47.5	50.4	7.4(9.7)	73.3(96.2)	22.9(45.8)	39.4	895.6	11.2	111.1	89.1	88.4	218.9
	6 (18/VII)	26.3	75	2.4	21.2	22.5	4.3(6.3)	42.6(62.7)	20.1(40.2)	51.5	883.5	10.2	101.2	10.6	10.5	153.4
	7 (28/VII)	27.1	77	2.1	18.4	19.5	5.7(9.4)	56.5(93.5)	37.0(74.0)	59.2	875.8	9.0	89.3	1.2	1.2	181.6
	8 (7/VIII) (for 6 days)	27.4	78	0.92	8.02	8.5	2.82 (4.8)	28.0(47.5)	19.5(39.0)	63.6	871.4	4.7	43.9	0	0	91.4
	計	—	—	20.8	187.9	199.2	30.7	304.5	105.3	—	—	59.1	583.6	132.5	131.5	861.9
	(補正値)	—	—	—	—	—	(41.3)	(409.8)	(210.6)	—	—	—	—	—	—	—
琴似	3 (30/VI)	22.8	71	5.1	41.7	50.0	5.3(5.6)	52.6(55.2)	2.6 (5.2)	7.46	818.5	22.9(13.4)	132.9	14.9	14.8	173.3
	4 (10/VII)	25.6	69	3.2	25.5	30.6	4.4(5.7)	43.6(56.6)	13.0(26.0)	29.1	796.9	20.9(12.3)	122.0	89.4	88.6	90.0
	5 (20/VII)	28.0	73	1.3	10.1	12.1	4.5(7.8)	44.6(77.1)	32.5(65.0)	46.0	780.0	19.1(11.2)	111.0	2.3	2.3	185.8
	6 (30/VII)	27.8	80	0.4	3.1	3.7	3.9(7.4)	38.7(73.7)	35.0(70.0)	60.0	766.0	17.1(10.1)	100.0	202.0	200.0	26.3
	7 (9/VIII)	28.2	71	1.1	8.3	10.0	4.6(8.2)	45.6(81.2)	35.6(71.2)	69.0	757.0	15.3 (9.0)	89.4	0.3	0.3	170.3
	8 (18/VIII) (for 2 days)	29.4	65	0.06	0.45	0.54	0.9(1.7)	8.93(17.3)	8.39(16.8)	74.2	751.8	2.9 (1.7)	16.9	0	0	34.2
	計	—	—	11.2	89.2	106.9	23.6	234.0	127.1	—	—	98.2(57.7)	572.2	308.9	307.0	626.3
	(補正値)	—	—	—	—	—	(36.4)	(361.11)	(254.2)	—	—	—	—	—	—	—

第 2 圖 測 定 結 果　→旬
Fig. 2 Measurement result.

れて葉面蒸発は増加し，逆に水稲に覆われる水面の蒸発量は減少する。一般に灌漑期間を通じて葉面蒸発量は株間蒸発量の約 2 倍と云われているが，琴似を除いた他の 2 地帯で比較的葉面蒸発が少いのは稲株間が広くとつてあるのと，稲の生育が府県に比べて劣つているためであろう。第 2 表からは琴似の葉面蒸発が株間蒸発に比し大きすぎるように見えるが，調査開始前 2 旬の株間蒸発を考えればこの期間の葉面蒸発は殆どないから，必ずしも不釣合とは云えないであろう。

ポットに植えた稲は他の稲に比較して非常に生育が悪く，従つて葉面蒸発量の実測値は著しく少くなる。第2表の中（　）で表しているのは葉面蒸発の実測値を2倍にし，それにともなつて田面蒸発量をも補正した結果である。これはポット内の稲の葉面が一般の稲の葉面の約半分の面積であることを考慮して行つた補正である。即ち葉面蒸発の実測値を2倍して（　）内に記し，その値を株間蒸発量に加へた数を田面蒸発の（　）内に記してある。第2図に於て岩見沢は6旬目，美唄は7旬目，琴似は5旬目にそれぞれ葉面蒸発の急増を来しているが，これは第1表を参照してわかる通りいづれも出穂期のある旬になつている。

第3図に2時間毎に行つた昼夜観測の結果を図示してあるが，蒸発量は他の気象要素と密接な関係があることがわかる。即ち，気温が高くなれば必然的に水温が上り，逆に湿度は下つて，その時刻に蒸発量は増大する。しかも第3図（B）で特に顕着な様に蒸発量はより湿度に関係が深く，これは1旬単位で表している第2図の水面蒸発と湿度にも見ることが出来る。水稲の陰になつて水面蒸発は次第に減少するがその形は湿度の曲線と酷似している。同様のことが日変化についても云うことが出来るから，天気や観測の都合で未測定に終つた日の蒸発量も大体に於て推定することが出来るであろう。

（A） 岩見澤　7月13日～14日

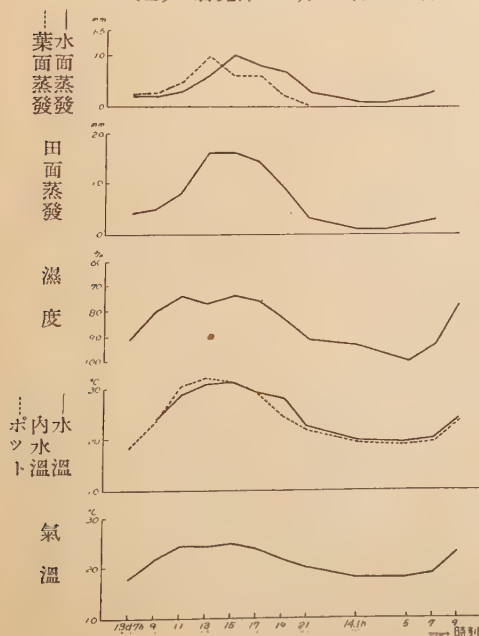
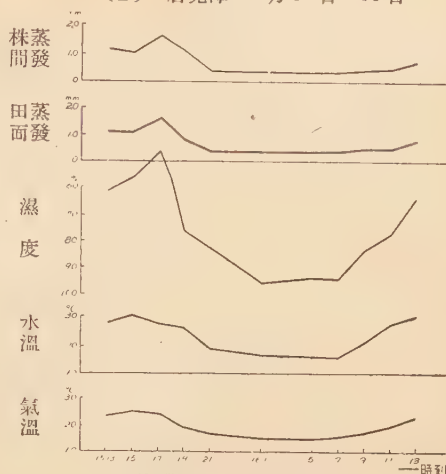
（B） 岩見澤　6月15日～16日

第3圖 晝夜觀測の結果

Fig. 3 Relation among values measured day and night.

第3図(A)の田水温とポット内水温の曲線を比べてみると，ポットの水温の方が昼間は高く夜間は低い。これは水温が地温の影響を受けるに反し，ポットは陶器製のため地温の影響が少いためである。特に9時の水温が比較的高いのは水温の低下を地温が補つているためで，その有様は第4図でよく説明することが出来る。

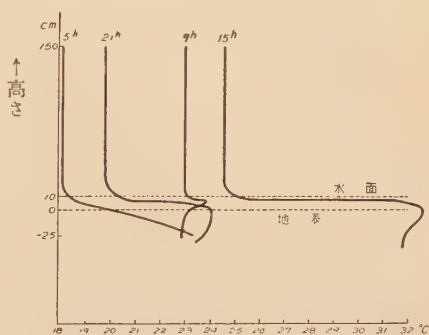
岩見澤　7月13日～14日

第4圖 温度の垂直分布とその變化（氣温は1.5m點で測定）

Fig. 4 Vertical distribution of temperature and its variation with time.

15時，日射のため水温，地温共に著しく上昇するが，21時になると夜間輻射による水温，地温の低下が目立つて来る。此の時迄は水底の地面の温度が一番高いが，水温が気温の低下と共に輻射，対流及び蒸発熱の喪失で次第に低下し，翌朝5時には遂に水温，水底温共に地温以下に低下する。

従つて地熱は上に向つて失われるが，9 時になつて日射を受けるに及んで再び水温は急増し，遂に地下に対して熱の移動が起る様になる。水中及び地下 20～30 cm 位迄は日射の影響が強く，その温度の一日の変化は気温のそれよりもむしろ大きいが地下 1 m 位の処では殆ど 1 日の変化がない。

次にこの様にポット内水温と田水温との間に差があるからにはそのために蒸発量の相違が起きないかという問題が生じる。これを解明するため，美唄に於て金属製のポットを用いて陶器製ポットの結果と比較し，水温及び蒸発量をテストした結果，1 昼夜の平均水温及び蒸発量に於てはわずか数%の差でよく一致し，又 7 月中旬から灌漑末期迄の積算蒸発量に於ても その差は 10 %を 出なかつた。又美唄に於ける調査期間中の蒸発計蒸発量は約 260 mm で，これを 1 とした時の田面蒸発量は約 1.6 となり，生育状態その他より考え合わせて大体妥当な数値と見做すことが出来る。

その他ポットに水を注入するときはポットのある附近の水面から水をとつて注入した。これは田面に浮遊する油，細塵等の異物や泡沫のために田面の蒸発が影響を受けるから，それをそのままポットの蒸発に反映させるためである。例えば北風の強いときは南側に異物が浮動するから，南側にあるポットでその状態を代表させる様に注意した。

蒸発量はこの他にも風速，日照時数などに関係するのであるが，ここではその様な高次的相関関係には触れない。

(2)　滲透量

田面蒸発量は，気象要素及び水稲の生育状態によつて灌漑期間中種々変化するが，一般には葉面蒸発の増加と共に次第に増大するのが普通である。逆に滲透量は，稲の生長と共に地盤が固まるため次第に減少するが，降雨の有無，地下水の変化，用水の増減などにより必ずしも単調な変化だけでは終らない。殊に泥炭地に於ては，土性上水の保存が充分でなく，外的条件によつて真の滲透量に変化を来すばかりでなく，実測値には一層複雑な変化が生じて来る。

先づ第一に岩見沢の例をとると，用水路の水の増減による滲透量測定値の増減が特に著しい。第 1 図に於て，試験田の横を通つている用水路は同時に排水路の役をなしているが，間断灌漑を行つているため，この水路には 1～2 日おき位に甚だしい水の増減がある。そして水路に水が充満している時は滲透が少く，減水の時は逆に多いという週期が続いて現れた。これは畔からの漏水が莫大なためで，泥炭地水田の畔は殆どざるの様に漏水することが種々な調査で確められた。水路の水が殆ど最小になり，滲透が増減 1 週期の最大を示した 7 月13日から14日にかけて行つた試験に於て，無底の円筒を水田に打ち込んで測定した結果は，2 時間毎に正確に 2 mm ずつ滲透したが，水田に打ち込んだ杭で減水深から計算した方は 3.5 mm，3.8 mm，3.3 mm，3.5 mm，3.4 mm などという具合であつた。即ち杭により求めた最大滲透量の約 $\frac{2}{3}$ が真の滲透量であり 他は畔から 外へ 漏洩していることになるのである。従つて今回の様に水田に杭を打込んで減水深から滲透量を計算する方法は，泥炭地に於ては適当でないということになる。

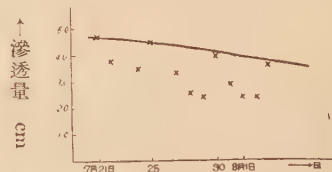
今回測定した杭による滲透量から代表的部分を図示すれば第 5 図の様になる。

第 5 圖　灌漑期間中の滲透量の變化

Fig. 5　Change of percolation during the term of irrigation.

用水路の水が涸れた時は滲透量が最大となり，水が流入して来ると滲透量は減少して不規則になるが，最大滲透量の間には一定の傾向がある。即ち時と共に地盤が固定して次第に最大滲透量の減少をみるのである。故に最大滲透量を結ぶ曲線を作つて実験式

$$y=5.22-0.0065\,x-0.00055\,x^2 \quad \cdots\cdots\cdots \quad (6)$$

を得た。ここで y は滲透量を cm で表し，x は調査開始日からの日数を表している。勿論各最大滲透量の測定値は上式の様な綺麗な曲線にはならないが，用水路に残留している水の量とか，地下水位の変動とか，或ひは蒸発量の測定誤差だとか種々な原因が錯綜して曲線からのずれを作つている

ものとすれば，これ等の点を平均化した曲線によつて真に近い値を得ることが出来ると考えてもよいであろう。しかも，曲線からのずれは，明かな原因を考慮して補正を加えれば大体に於て10％を越えない。

前記の様に(6)式から計算した最大滲透量には畔から漏洩した分の補正の他，試験田の位置による特殊性を考慮しなければならない。前者については円筒状滲透計による試験の結果，最大滲透量の約$\frac{2}{3}$が真に下方に滲透する量であることがわかつた。次に試験田は第1図(A)からもわかる様に，一連の田の一番上に当つている。暗渠は普だん水閘で止めてあるため，これを伝わつて流れる上の田の滲透水は下の田の地下に溜まり，第1図(A)①～⑤の地下水位は大体第6図実線の様になつている。従つて当然滲透量はこの影響を受け，同時刻をはさんで6時間の円筒滲透計滲透量は第6図破線の様になつた。地下水位の低い田が滲透量の多いことは当然であるが，一番下の地下水位の高い田に於ても滲透量が多くなるのは，次の理由に基くのであろう。第1図(A)⑤の位置では地下水位が14 cmであるが，農道を越えた畠に於ては48 cmになつなつている。即ち畠に面している水田は端に行くに従つて地下水位が下り，畠に向つて多量の水が滲透して行く。このため一連の水田の滲透量を平均したものを以てこの水田地帯の平均滲透量とした。これは上の田の最大滲透量の約$\frac{34}{60}$に当つている。故に前記2つの補正，$\frac{2}{3}$と$\frac{34}{60}$の積を以て補正係数とし，(6)式によつて求めた各旬毎の最大滲透量に補正係数を乗じて，第1表(　)内の補正滲透量とした。したがつてこの値は岩見沢試験地の平均用水量とみなしても

第 6 圖　地下水位と滲透量の關係

Fig. 6　Relation between ground water level and percolation.

よい。地下水位は日により多少の変動を受け，殊に雨後と乾天の日とでは10 cm位の相違が出来るが，前記の如き位置についての割合に於ては，大なる変化を生じない。以上は円筒滲透計が正しい値を示すと考えて行つた補正であるが，滲透量測定の技術的方面については後述することにする。

次に美唄に於ては，暗渠のない点，水が田うつしである点，排水をせきとめて田の漏水を防いでいる点に於て岩見沢とは大分趣を異にしている。畔がざるの様であるというのは岩見沢と同様で，附近の新田で行つた試験は第3表の如く，これを証明している。

第 3 表　水田水位

Table 3　Water level in the rice-field.

	客土完成の田	原土のままの田	原土で水田水位が用水路水位より何時も低い田
7月18日 19 h	7.74 cm	4.17 cm	5.03 cm
7月19日 7 h	7.18 cm	3.65 cm	5.80 cm
差	0.24(減)	0.52(減)	0.76(増)

原土の田は客土の完成しているものよりも滲透が甚だしいのは当然であるが，用水路の水位より田面水位の低い水田に於てはかえつて水が増加する傾向にある。この水田は移植以来未だかつて水口をひらいて灌漑水を導入したことがないということであつた。

第1図(B)に於ける(1)～(3)及附近一帯の地下水位は，畔の表面から常に10～14 cmを保ち，水田の水がそのまま地下水に通じているという状態であつた。これは排水溝をすべて堰きとめて漏水を防いでいるためで，暗渠を設けていないという点と共に美唄の用水が岩見沢に比較して遙かに静的である原因をなしている。しかも試験田は周囲が水田にかこまれて居り，周囲の田と略同じ条件にあるために畠に向ふ滲透の様なものもなく，従つて滲透量の測定には岩見沢に於ける如き周囲を考慮した種々な補正を行う必要がなかつた。しかるに測定値は岩見沢に於けると同様，数日の週期で最大と最小を持つ滲透の状態が現れた。これは次の理由によるものと考えられる。第1図(B)に於て，或る日用水路の水を(a)に導き，更に(b)に流入させて適当に灌水すると，その後数日は用水路と(a)，(a)と(b)の各境を閉じ，(b)に於

て種々な測定を行う。この場合 (a) は測定を行つていない水田であるから状況により頻繁に灌水を行い，その上用水路から畔を滲透して常に水の補給をうけることになる。したがつて (b) に於ては蒸発と滲透で水田水位が下り，一方 (a) は常に水の補給をうけているために次第に両者の水位に差が出来，次期に (b) に灌水する直前には最もこの差が大きくなるわけである。しかるに前述の如く (a) (b) の境の畔は この水位差を 到底保ち得ないから，水位の差が大きくなればなる程 (a) の田から (b) に畔を透して流入する量は増大し，測定の上からは (b) の滲透が如何にも少く現れる結果になるのである。従つて此処でも真の滲透量は (a) (b) 両者に灌水した直後，両者の水位が釣り合つている時の測定値と見做さなければならない。そして勿論これは前記滲透量の週期の中，最大滲透量として現われたものである。故に美唄に於ても岩見沢に於けると全く同様の方法によつて最大滲透量を結ぶ曲線を作り

$$y=1.23-0.001\,x-0.00014\,x^2 \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (7)$$

なる実験式を得た。式を積分して 1 旬毎に計算した値が，第 2 表美唄の試験田の滲透量である。

零似の結果を参考迄に述べると滲透量は

$$y=2.38-0.019\,x \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (8)$$

となり，略直線的に減少して行くという結果になつた。零似は砂質の壌土で，しかも第 1 図(C) で明かな様に一方は畠に面しており，周囲の影響をうけるので，円筒滲透計の補正を行い第 2 表 ( ) 内の滲透量を求めた。

次に用水量の測定結果をチェツクするため，零似に於て行つた堰による流入量測定の結果を参考迄に述べる。堰は鋭縁直角三角堰を使用し，計算はキングの公式に従つた。計算の結果，調査期間を通じて試験田に注がれた水量は，堰によつて 113.2 cm，降雨として 30.9 cm，合計 144.1 cm であつたが，この期間の蒸発量と円筒滲透計補正前の全滲透量の和，即ち蒸発量，垂直滲透量，横向滲透量の和である全喪失水量は 134.6 cm となり，10 %以内の差でよく一致した。これによつて，種々不備な点はあつたが大体に於て測定に誤りがなかつたことがわかる。この中 40 cm 余りは横に向けて漏洩した水量になることは，前記円筒滲透計の補正により計算することが出来る。尚，堰によつて求めた零似に於ける調査開始前からの灌漑全期間の流入量は 1568 m³ 水位にして約 190 cm であつた。これによつて灌漑期間を通じての用水量が略計算される。又以上を参照すれば，各試験田について灌漑期間を通じた用水量が推定されるが，これによると，今回の調査に於ては，一般に考えられている程莫大な用水量を必要としていない。

第 4 表　堰及び水田水位上昇より求めた流入量

Table 4　Water volume flowed in the rice-field measured by weir and by water gage. Percolation (±) is a little while water flowes in the rice-field.

	8月11日(18分間)	8月12日(14分間)	8月13日(15分間)	8月14日(25分間)	8月15日(45分間)
堰流入量 (m³)	3.0	3.66	4.17	6.25	11.0
水田水位上昇より求めた流入量 (m³)	3.08	3.69	4.51	5.74	12.3

最後に岩見沢と美唄の滲透量を比較してみると，岩見沢は低位泥炭で自然客土の良質な水田であるにも拘らず，美唄の高位泥炭の水田よりも滲透が大きくなつて居る。これは土地条件が如何に滲透量を大きく左右するかを物語つている。岩見沢に於ては暗渠により運ばれた滲透水は下の田の地下に溜り，畠に向つて多量に滲透して行く上に排水路からもかなりに排水されるのであるが美唄に於ては暗渠がなく，排水は堰きとめられて地下水が水田の水と続いているから，必然的に滲透は抑制されるわけである。そしてこれは水田地帯の周辺部を除く広範な中部地帯に於てすべて見受けられることであろう。美唄に於て若し水田地帯の周辺，畠寄りの田を試験田としたならば，畠に向つて滲透する膨大な量が滲透量として測定にかかつたであろうし，その資料があれば美唄一帯の用水量を推定することも出来たであろう。故に美唄に於ては主に水田地帯の周辺から多量の水が透滲によつて失われ，中央部の田からは一部は地下を通り一部は畔を漏つて周辺へと水が移動して行くのである。従つて多くの水と肥料が畔から畔を越えて失われて行くことになる。本調査に於ては勿論地下を通つて失われるものを滲透量としていることは前述の通りで，畔から漏水した分は次の田

で灌漑水の役割を果すことになるのである。

次に岩見沢と美唄の滲透状態を全く同一の条件下で比較するため，原土の畑地に無底円筒を打込み，上から水を注いで滲透速度を測定した。円筒は土中25 cmの深さ迄打込み，水は20 cmの高さに注入して，各地点2度ずつ測定した。その結果は第5表に示してあるが，この測定ではどちらが滲透度が高いと云うことは云えない。これは畑地

第5表　高位泥炭及び低位泥炭の原土畑内に於ける滲透速度

Table 5　Percolation velocity in the farm of high moor peat-bog and low moor peat-bog.

	狀況	地點		滲透速度 (20cm 滲透する時間)		土性 A	土性 B	土性 C
岩見澤	原土	A	南瓜畑	(1回目)	44分	15cm 表土 10cm よし(分解) 以下 粘土質 よし かや (分解せず)	20cm 表土（硬質） 以下 よし (分解中程度) 木片その他	17cm 表土 以下 よし (腐殖)
				(2回目)	75分			
	畠にして5年	B	西瓜畑	(1回目)	30分			
				(2回目)	47分			
	地下水位 56.5 cm	C	南瓜畑	(1回目)	37分			
				(2回目)	42分			
美唄	原土	A	らい麥と菜種の間(かり跡)	(1回目)	31分	7.5cm 表土 以下 みずごけ	11cm 表土 以下 すげ＋みずごけ (みずごけは腐殖)	13cm 表土 5cm みずごけ＋すげ 以下 すげ はりがね みずごけ
				(2回目)	35分			
	30年耕作	B	大豆と燕麥の間	(1回目)	43分			
				(2回目)	56分			
	地下水位 54 cm	C	秋播小麥と春播小麥の間	(1回目)	3時間19分			
				(2回目)	—			

が乾燥していたこと，測定点の数が少いこと，円筒が小さすぎたことなど，水田との条件の相違と測定上の不備によるものであろう。

滲透速度に於て1度目が2度目より速いのは，1度目は乾燥した表層に急速に泌み込むためである。

4　調査方法に對する考察

前節で述べた様に滲透量は測定方法如何によつては，試験田のみについて行つても全く無意味になる場合がある。畔の漏水の甚しい泥炭地に於ては，水口を塞いで水の横の移動を防ぎ得たと思うのは早計である。故に試験田の用水量測定に当つては，畔をコンクリートで固めるか或は出来るだけ大きな無底円筒を用いて水の水平移動を防ぐ方法を考えなければならない。円筒に於ける水位の低下は，滲透と蒸発の和になるから蒸発量を別に測定しておけば滲透量を求めることが出来る。

次に岩見沢に於けるポンプと堰の試験により次のことがわかつた。即ち第4表から明らかな様に，堰によつて測定しつつ水田に流入した水量は，水田に打込んだ坑によつて水位上昇を読み，水田面積を乗じて求めた流入量と10％以内の誤差でよく一致する。これによつて短時間に流入させる場合はわざわざ堰によらなくとも，水田水位の上昇から直に計算することが出来る。今回の様に水田の流出孔を止めて調査する場合は，灌漑期間を通じて消費される用水は，この期間に流入する用水に等しいわけであるから，横の漏水を考慮する必要のない水田に於ては，1日数十分に流入した量と，有効雨量を観測することによつて灌漑期間の用水量を求めることが出来るのである。しかし何れの場合に於ても水田地帯に於ける試験田の位置については常に考慮を払わなければならず，試験田の選定には特に意を用いるべきである。

次に蒸発量の測定には，前述の様に縁をナイフエツヂにした金属製ポットを用いるべきである。稲のごく小いうちはポット内の水に縁の陰が出来ることを考慮して，なるべくポットに水を充満させておかなければならないが，水面が稲に覆われ

る様になつてからは水を少なめに注入し，降雨のあつた日の蒸発をも測定することが出来る。しかし一般に蒸発量の測定は誤差が多く，殊に水田の蒸発量を正確に測定することは非常に困難であるから，出来れば蒸発量は間接に求めた方がよいと思われる。例えば，水田地下に一種のライシメーターを取付けて滲透量を独立に測定し，円筒内水位低下によつて求めた減水量から滲透量を差引いて蒸発量を知ると云うことも出来る。此の場合同一半径の円筒を用い，一方は稲を含み他方は稲を含まない様に取付けておけば葉面蒸発と株間蒸発を分離することも可能である。しかしライシメーターの方法は，美唄の様に地下水と水田の水が続いているところで使用することは出来ないし，又取付けてから数ケ月を経た後でなければ測定を始めるのが無理である。元来用水量は広範囲な水田地帯にわたつて求めるべきものであり，それには該地域に流入する灌漑水の総量を取入口に於て測定し，水田をうるおして流れ出る排水を再び集めて測定するのが最も正確な方法である。両者の差だけが該水田地帯に於て蒸発し，滲透した水量であり，水田毎のあらゆる特殊事情に拘らず常に用水の総和が求められるのである。しかしながら用水消失の時間的地域的機構を明かにし，泥炭地の灌漑的特性をつかみ，造田及び耕種に関する真の資料を得るためには是非とも本報告に述べた如き細部にわたる観測を行わなければならない。そのためには水田地帯の大局を詳かに把握し，試驗田を如何にして選定するかに留意しなければならない。泥炭地においては細部的調査を如何に行えば真の用水量と用水の移動消失状態を正確に得ることが出来るか，今後の調査に於てはかかる点に意を用うべきであろう。尚用水量は泥炭の種類，土層，地形その他の土地条件及び耕種方法によつて種々差異を生ずべきであるから，それ等に対し最も適切な調査方法を考究しつつ，調査を継続する必要を認めた。

本調査は農業物理部横山部長の懇篤な御教示及び岩見澤，美唄各試驗地の御世話によつて行われた。又農業氣象研究室藤原忠，松田壽三，農業機械研究室大根田襄，岩見澤水稻試驗地山貫重夫，美唄泥炭地試驗地今野功，農業土木研究室佐藤治勝の各氏には測定その他についての御協力をうけた。厚く感謝の意を表わす次第である。

Résumé

In this paper the author described mainly the special quality of peat-bog and offered considerations on the method of researches from the viewpoint of researches on the duty of water. Observations were carried out at the experimental rice-fields at Iwamizawa, Bibai and Kotoni in Hokkaido. Duty of water was counted every decade from percolation, evaporation and transpiration, and atmospheric temperature, relative humidity, water temperature, soil surface temperature, soil temperature at 20 cm depth, wind velocity, direction of wind and water volume flowed in the rice-field were measured too.

Evaporation and transpiration were estimated by formulas (1)—(5) from fall of water in some pots in the rice-field; in half the number of the pots were soil, water and two rice-plants and in the other were only soil and water. Observed value of transpiration was doubled, for blade of rice-plants in a pot was half the area of that in the rice-field, and by using the value the evaporation from the rice-field surface was corrected too.

Apparent percolation was taken as the difference between fall of water in the rice-field and evaporation from the rice-field surface, and leakage of water through the raised foot-path between rice-fields was eliminated by measuring percolation with a cylinder without bottom. For instance, the more water in irrigation canal decreased the more the apparent percolation in the rice-field increased, on the contrary the more the water increased the more the percolation decreased, because the apparent percolation included leakage of water through the raised foot-path between rice-fields (fig. 1 (A)). When the percolation was maximum, that is, when the water in the irrigation canal was minimum, true percolation (in vertical direction) was $\frac{2}{3}$ the volume of the apparent percolation. The maxi-

mum percolation decreased gradually as the ground became hard (fig. 5). Percolation also was affected by the ground water level. In fig. 6 as the culvert was closed at relief well, the lower parts of the rice-fields had higher level of ground water, and at ⑤ (fig. 1 (A)) water leaks to the farm at a great rate and it seemed that the lowest part of the rice-field adjoining a farm had a considerably lower ground water level.

Measurements were corrected at other points according to the need. Finally how duty of water could exactly be researched was considered.

大豆子實の脂肪及び蛋白質含量に關する研究

新　田　一　彦*

STUDIES ON THE OIL AND PROTEIN CONTENTS OF SOYBEAN SEED

By Kazuhiko NITTA

緒　　言

大豆子実の脂肪及び蛋白質含量について，従来多くの研究が為されているが，両成分含量の簡易検定法，換言すれば品種育成経過中に於ける之等の成分に富んだ優良個体の簡易選抜法に関しては，未だにその報告を見ない。著者は昭和22年よりこれについて若干の試験を行い，併せて両成分含量の特殊環境に於ける変化等を研究して来たが，玆にその結果の1部を報告する。

本研究を行うに當り，有益な御教示御助言を賜った北海道大學石塚喜明博士，北海道農業試験場吉野至德氏，山田岩男氏，中山林三郎氏に深甚な敬意を表すると共に，多大の御協力御援助を願つた尾崎薫氏に對し厚く御禮申し上げる。

供試材料及び試驗方法

大豆子実の脂肪及び蛋白質含量の簡易検定法を見出す基礎試験として昭和24年度北海道農業試験場産大豆45品種を供試して一般分析その他の調査を行つた。分析は常法に従い，子実の比重はアルコールと四塩化炭素を混合して比重1.25を中心に約10階級の比重を有する液をつくり，大豆子実をこれに投入し，その浮沈によつて近似値を求めた。

次に環境の変化による両成分含量の変異を知る爲に，(イ)長短日処理による成分含量変異について本場昭和24年「大豆の感温性感光性試験」産11品種を供用し，(ロ)間作の成分含量に及ぼす影響について本場昭和25年「間作試験」産18品種を供用，(ハ)マメシンクイガ被害粒と健全粒との成分上の差異については昭和23年度本場産大豆30品種を供用した。

結果及び考察

(I) 大豆子實の諸形質相互の相關關係及び成分含量簡易檢定法

45品種の子実の分析並びに調査結果は第1表の通りである。

第1表　大豆諸品種の調査分析結果

Table 1　Characters of soybean varieties.

品　種	生育日数	比重 M(±σ)	水分 (%)	粗脂肪 (%)	粗蛋白質 (%)	純蛋白質 (%)	粗纖維 (%)	可溶無窒素物(%)
1 奥原1號	112	1.227(±0.0190)	8.41	21.85	39.41	37.53	4.35	21.42
2 克霜	113	1.232(±0.0213)	8.15	22.52	38.59	37.53	4.12	21.73
3 改良1號	121	1.243(±0.0166)	10.72	18.65	40.03	39.41	3.50	22.26
4 紫花1號	123	1.240(±0.0161)	10.63	19.51	40.03	39.41	3.69	21.16
5 紫花2號	123	1.239(±0.0208)	10.58	19.37	39.84	38.97	3.58	21.72
6 赤花在來	124	1.238(±0.0153)	8.34	20.34	40.84	39.22	4.12	21.61
7 紫花4號	124	1.239(±0.0240)	10.62	19.08	41.28	40.03	3.45	20.92
8 國育44	127	1.235(±0.0110)	8.06	21.35	39.09	38.47	4.22	22.48
9 西比瓦	128	1.255(±0.0122)	7.93	18.94	44.10	41.72	3.73	20.43

*) 作物部普通作物第3研究室

品種	生育日數	比重 M(±σ)	水分(%)	粗脂肪(%)	粗蛋白質(%)	純蛋白質(%)	粗纖維(%)	可溶無窒素物(%)
10 大谷地2號	129	1.237(±0.0208)	7.96	20.28	41.91	40.66	3.92	21.39
11 元寶金	133	1.235(±0.0164)	8.12	20.29	40.34	38.15	3.99	22.32
12 混保大豆	134	1.237(±0.0126)	8.00	21.63	39.41	38.78	3.92	22.62
13 北見長葉	134	1.259(±0.0147)	7.82	17.68	44.10	41.72	4.28	21.22
14 十勝長葉	134	1.261(±0.0078)	7.91	17.02	42.53	41.28	4.54	23.20
15 金元2號	135	1.240(±0.0145)	8.30	19.90	40.47	39.72	3.23	23.39
16 滿倉金	136	1.237(±0.0081)	8.11	21.14	40.84	40.03	3.73	21.80
17 紫花3號	137	1.256(±0.0102)	8.34	18.40	43.78	41.47	3.48	21.16
18 中生裸	138	1.260(±0.0083)	8.60	17.24	40.22	38.78	3.97	25.51
19 清水(森島)	139	1.259(±0.0069)	8.12	16.24	44.41	42.66	4.22	22.46
20 甘露	141	1.259(±0.0088)	8.60	17.66	41.09	39.72	3.44	24.81
21 石狩白1號	141	1.257(±0.0143)	8.29	18.08	41.59	40.22	3.87	23.49
22 福壽	142	1.255(±0.0055)	8.03	18.72	42.97	41.59	4.04	21.79
23 黃寶珠	143	1.246(±0.0085)	8.03	19.18	41.72	40.34	3.81	22.63
24 長葉裸1號	143	1.250(±0.0072)	8.02	19.12	41.28	40.22	4.20	22.76
25 赤莢1號	144	1.261(±0.0070)	8.66	16.94	41.59	40.66	3.77	24.41
26 混保系-1	147	1.265(±0.0061)	8.28	17.06	42.09	41.09	4.18	23.38
27 金元1號	148	1.247(±0.0105)	8.24	20.80	39.59	38.59	3.34	23.66
28 本育65	148	1.250(±0.0085)	7.98	19.28	39.72	38.47	3.83	24.49
29 十育59	148	1.246(±0.0100)	8.37	18.64	42.09	40.47	3.40	22.86
30 蘭越	148	1.254(±0.0089)	8.01	17.98	41.91	40.66	4.04	23.61
31 滿地金	151	1.255(±0.0089)	8.06	18.47	43.35	41.28	3.87	21.30
32 三石大豆	151	1.249(±0.0070)	8.46	18.80	42.09	41.28	3.89	22.17
33 戸蔦大豆	151	1.248(±0.0081)	8.69	19.26	41.91	39.72	3.39	22.05
34 糠内大豆	151	1.260(±0.0104)	8.42	17.43	42.22	40.03	3.57	23.62
35 裸(穗別-1)	153	1.257(±0.0065)	8.01	17.59	42.09	41.09	3.62	24.60
36 八雲目赤	154	1.261(±0.0093)	8.25	18.01	41.59	40.03	4.34	23.08
37 銀大豆	154	1.262(±0.0108)	8.47	17.48	41.59	40.03	3.76	24.02
38 赤井川(近藤)	155	1.258(±0.0176)	8.41	17.24	41.91	40.34	3.99	23.66
39 黑莢	155	1.261(±0.0110)	8.89	16.31	43.78	41.59	3.82	22.63
40 三石黑莢	156	1.261(±0.0077)	8.53	17.93	42.53	40.66	4.22	22.01
41 丸小粒	156	1.260(±0.0084)	8.79	16.96	40.66	38.97	4.08	25.09
42 早生鶴の子	158	1.262(±0.0086)	8.24	17.23	43.47	40.72	3.42	23.04
43 白鶴の子	161	1.264(±0.0030)	8.36	17.18	42.53	40.34	3.57	23.86
44 伊達新大豆	167	1.259(±0.0113)	8.47	16.71	42.34	39.59	3.65	24.52
45 茶小粒	168	1.277(±0.0026)	8.06	15.04	44.72	42.53	4.19	23.40

第1表の成績に基づく主要形質間の相関係数を第2表に示す。

従來数人の研究者によつて指摘されている如く，大豆の生育日数と粗脂肪或は粗蛋白含量の相関関係は有意であり，一般に早熟種は脂肪含量多く晩生となるにつれて蛋白含量が多くなる。又脂肪と蛋白含量とは高い負の相関関係にあり，脂肪も蛋白も共に富んでいる品種を育成することは困難であると思う。

次に子実の比重と粗脂肪及び粗蛋白含量との相関の高いことが認められる。特に粗脂肪含量との相関係数は−0.93であり，この関係を利用して適当な方法を案出すれば，煩雑な分析によらずとも各成分含量の多い優良個体の選抜は簡易にしかも

第 2 表　主要形質間の相關係數

Table 2　Correlation coefficients between characters.

形　　　質	相 關 係 數
粗蛋白と生育日數	＋ 0.479**
粗蛋白と比重	＋ 0.705**
粗蛋白と可溶無窒素物	＋ 0.182
粗脂肪と生育日數	− 0.724**
粗脂肪と粗蛋白	− 0.700**
粗脂肪と純蛋白	− 0.653**
粗脂肪と比重	− 0.932**
粗脂肪と可溶無窒素物	− 0.442**
生育日數と比重	＋ 0.755**

能率的に行い得ると考える。ここに少くとも相対的に脂肪或は蛋白質含量の多寡を検定する方法として，前述の如く純エチルアルコールと四塩化炭素を混合して適当な比重の液をつくり，大豆子実をこれに投入し，その浮沈によつて比重の近似値を求め，それに相当する成分含量の概値を求める方法を考案した。

この混合液は液温の変化と共に比重も変り，又鉄分等の混入によつて加水分解を多少起す難点はあるが，揮発し易く，表面張力も小であり，子実を投入しても空気を含まず取扱いが便利であり，更に発芽に何等影響を及ぼさない。全供試材料を同一条件のもとに風乾して水分をほぼ一様にしておけば，上記の方法を用いて極めて能率的に選抜を行うことが出来る。

尚純系品種の同一株内にあつても子実の比重は同一でなく，或比重を中心に正規分布するので変異の幅の割合に広い「紫花1号」と「改良1号」

第 3 表　同一個體內成分含量變異

Table 3　Intraindividual variation of oil and protein content of soybean seed.

品種	比　　重	水　分	粗脂肪	粗蛋白質	純蛋白質
		%	%	%	%
紫花1號	1.21 以　下	9.53	20.97	39.72	38.78
	1.22 ～ 1.23	9.35	20.67	40.66	39.41
	1.24 ～ 1.25	9.44	20.05	40.97	40.03
	1.26 以　上	9.00	18.41	43.63	42.53
改良1號	1.22 以　下	8.67	19.95	41.28	39.41
	1.23 ～ 1.24	8.67	19.52	41.59	39.72
	1.25 ～ 1.26	8.80	18.79	42.22	40.34
	1.27 以　上	8.59	18.11	42.85	41.59

について，同一株内の子実を比重によつて4階級に区切り，各々を分析した結果，予期の如く成分含量と比重との相関関係は明瞭であり，同一株内でも脂肪或は蛋白質含量に於て3％内外の変異の幅を見た。従つて各成分含量の優れた個体の選抜に際しては個体毎に比重について分布状況を調べる必要があると思う（第3表參照)。

(Ⅱ) 特殊環境の脂肪及び蛋白質含量に及ぼす影響

1) 長短日處理による影響

第 4 表　長短日處理による成分含量變異

Table 4　Effect of long or short day treatment on the oil and protein content of soybean seed.

（無水物百分率）

品　　種	粗脂肪 無處理	粗脂肪 短日處理(8時間照明)	粗脂肪 長日處理(24時間照明)	粗蛋白質 無處理	粗蛋白質 短日處理(8時間照明)	粗蛋白質 長日處理(24時間照明)
	%	%	%	%	%	%
樺　太～1	21.78	23.04	22.36	44.26	43.06	42.89
紫花1號	22.35	23.69	22.98	47.68	43.01	43.03
赤花在來	22.21	24.87	22.91	42.58	38.24	41.54
大谷地2號	20.77	22.38	21.79	47.21	44.40	45.88
早生裸	19.14	21.43	20.21	47.40	41.87	46.08
石狩白1號	20.91	—	19.54	40.77	—	44.77
十勝長葉	20.81	21.97	19.14	44.61	42.70	46.79
中生裸	18.99	—	17.54	42.67	—	44.85
長葉裸1號	20.73	21.14	20.67	42.52	42.19	45.41
伊達新大豆	18.84	22.09	17.64	43.44	41.13	44.79
滿洲綠目赤	19.61	25.86	19.50	44.75	37.95	44.13
平　　均	20.56	22.94	20 39	44.35	41.62	44.56

分 散 分 析

要因	粗脂肪 D.F	粗脂肪 S.S	粗脂肪 M.S	粗脂肪 F	粗蛋白質 D.F	粗蛋白質 S.S	粗蛋白質 M.S	粗蛋白質 F
全　體	30	1.136	—	—	30	66.2	—	—
處理間	2	0.391	0.195	7.33**	2	51.7	25.8	49.8**
處理内	28	0.745	0.026	—	28	14.5	0.52	—

大豆に短日処理を施すと無処理或いは長日処理のものに比し子実の粗脂肪含量多く，粗蛋白質含量が少くなる（t-test の結果短日処理と無処理或いは長日処理との差は1％の有意水準で有意であつた)。一般に大豆は短日処理を施すと生育日数が減じ，植物の生育様相は比較的すぐれず，その同化作用に伴う根瘤菌への炭素源の補給は不充分となり，根瘤は旺盛な発育を見るに至らず，これが

窒素固定にも影響を及ぼして子実に於ける蛋白合成がよく進捗せず相対的に脂肪の含有量が増大して来るものと思う。

2） 間作による影響

第5表は春播小麦（農林29号）の圃場に大豆を間作し，間作の成分含量に及ぼす影響を調べた結果である。 間作すれば蛋白質含量は増大するが，脂肪含量に於ては有意な影響が認められなかつた。

分散分析

要因	粗脂肪 D.F	粗脂肪 S.S	粗脂肪 M.S	粗脂肪 F	粗蛋白質 D.F	粗蛋白質 S.S	粗蛋白質 M.S	粗蛋白質 F
全體	35	37.73	—	—	35	49·23	—	—
處理間	1	0.005	0.005	—	1	13.61	13.61	11.47**
處理内	34	37.72	1.11	—	34	35.62	1.04	—

3） 虫喰による影響

第6表は30品種の大豆子実を供試して，健全粒と虫喰粒との成分上の差異を比較したものであるが，脂肪蛋白含量共にその差は1％有意水準で統計的に有意義であり，僅かではあるが虫喰粒は健全粒に比し蛋白質含量多く脂肪含量は少ないことが明瞭である。

第5表 間作による成分含量變異

Table 5 Effect of intercropping of soybean among wheat on oil and protein content of soybean seed.　（無水物百分率）

品種名	粗脂肪 單作	粗脂肪 間作	粗蛋白質 單作	粗蛋白質 間作
	%	%	%	%
大谷地2號	21.28	19.87	40.05	47.75
中生黑大粒	20.55	19.73	45.60	47.93
北見長葉	18.79	18.59	47.54	48.70
長葉裸1號	19.90	20.03	45.40	46.78
本育65	20.61	20.50	44.07	46.53
中生裸	16.74	17.31	47.43	48.47
十勝裸	18.08	17.48	44.43	46.79
十勝長葉	18.80	18.52	46.85	47.98
中生光黑	19.36	19.33	46.59	46.69
三石大豆	20.24	20.32	46.47	47.95
蘭越	18.67	19.44	47.30	47.12
石狩白1號	19.66	19.88	45.59	46.58
靜内大豆	19.23	19.14	46.83	46.97
十育62	18.79	18.62	47.42	47.63
白小粒(由仁)	19.21	19.25	47.21	49.03
銀大豆	18.02	18.17	46.65	46.79
八雲日赤	18.48	19.05	46.25	48.58
黑莢	17.34	18.15	48.40	48.94
平均	19.09	19.08	46.39	47.62

第6表 健全粒と蟲喰粒との比較

Table 6 Comparison of oil and protein contents of normal soybean seed and that of injured by soybean pod-borer.　（無水物百分率）

品種名	粗脂肪 健全 A	粗脂肪 虫喰 B	A − B (+)	A − B (−)	粗蛋白質 健全 A′	粗蛋白質 虫喰 B′	A′ − B′ (−)	A′ − B′ (+)
	%	%	%	%	%	%	%	%
1 樺太 -1	22.85	22.56	+ 0.29	—	39.61	40.18	− 0.57	—
2 奥原1號	22.22	21.59	+ 0.63	—	38.87	39.05	− 0.18	—
3 克霜	22.33	20.20	+ 2.13	—	37.49	41.86	− 4.37	—
4 改良1號	20.96	20.74	+ 0.22	—	42.45	42.73	− 0.28	—
5 紫花1號	21.05	20.42	+ 0.63	—	44.18	44.31	− 0.13	—
6 紫花2號	21.34	21.25	+ 0.09	—	43.59	44.00	− 0.41	—
7 紫花3號	21.27	20.79	+ 0.48	—	42.03	41.63	—	+ 0.40
8 紫花4號	21.49	21.14	+ 0.35	—	43.01	43.09	− 0.08	—
9 赤花在來	22.41	22.56	—	− 0.15	42.74	41.52	—	+ 1.22
10 西比瓦	20.36	21.03	—	− 0.69	41.68	44.08	− 2.40	—
11 國育44	22.33	21.44	+ 0.89	—	39.92	40.00	− 0.08	—
12 元寶金	21.38	21.60	—	− 0.22	39.72	41.52	− 1.80	—
13 金元2號	20.79	20.68	+ 0.11	—	41.63	42.12	− 0.49	—
14 混保大豆	22.83	22.85	—	− 0.02	38.51	38.79	− 0.28	—
15 大谷地2號	20.95	20.75	+ 0.20	—	39.37	39.67	− 0.30	—
16 滿倉金	22.20	22.02	+ 0.18	—	40.07	40.07	—	+ 0.04

品種名	粗脂肪 健全 A	虫喰 B	A − B		粗蛋白質 健全 A′	虫喰 B′	A′ − B′	
	%	%	%	%	%	%	%	%
17 黄寶珠	21.57	20.80	+ 0.77	—	42.25	40.58	—	+ 1.67
18 小金黄1號	22.48	21.76	+ 0.72	—	39.55	40.51	− 0.96	—
19 福壽	19.01	18.21	+ 0.80	—	44.08	44.20	− 0.12	—
20 中生光黒	18.60	18.37	+ 0.23	—	43.98	44.00	− 0.02	—
21 金元1號	20.85	19.11	+ 1.74	—	40.99	41.83	− 0.84	—
22 牡丹江	19.76	19.12	+ 0.64	—	43.24	43.34	− 0.10	—
23 混保系-1	18.21	17.51	+ 0.70	—	43.45	43.83	− 0.38	—
24 混保系-3	18.05	17.90	+ 0.15	—	43.63	44.81	− 1.18	—
25 晩生光黒	16.33	16.17	+ 0.16	—	42.24	42.99	− 0.75	—
26 満地金	19.43	18.43	+ 1.00	—	44.63	45.89	− 1.26	—
27 中粒光黒	19.39	19.07	+ 0.32	—	41.86	42.09	− 0.23	—
28 黒莢光黒1	18.61	18.03	+ 0.58	—	41.41	42.47	− 1,06	—
29 黒莢光黒2	17.92	17.56	+ 0.36	—	40.71	42.61	− 1.90	—
30 黒莢光黒3	18.81	17.95	+ 0.86	—	41.36	41.72	− 0.36	—

$M = +0.472^{**}$
$t = 4.74$
$P\{|t| \geqq 4.74\} < 0.01$

$M = -0.573^{**}$
$t = 2.90$
$P\{|t| \geqq 2.90\} < 0.01$

總　　括

大豆子実の脂肪並びに蛋白質含量に関し，品種間の差異を究明し，次に子実の諸形質相互間の相関関係を調べ之等の成分含量に関する優良個体の選抜方法を案出し，第三に両成分含量の特殊環境に基づく変異について試験した。結果を要約すると次の通りである。

1）両成分含量と品種の生育日数とは高い相関関係にあり，早生のもの程脂肪含量が多く晩生になるにつれて蛋白質含量の多くなる傾向がある。又脂肪含量と蛋白質含量とは高い負の相関関係にあり，共に含量の優れたものを育成する事は困難であると思う。

2）両成分含量と子実の比重とは極めて高い相関関係にあり（$r = -0.932$）これらの成分含量に関する優良個体の簡易選抜方法として四塩化炭素とアルコールの混合液を用いる比重選法を考案した。

3）日長処理試験に於て短日処理区は無処理或いは長日処理区に比し脂肪含量多く蛋白質含量が減少した。

4）小麦との間作試験では間作区は単作区に比し蛋白質含量が大であつた。

5）マメシンクイガによる被害粒と健全粒との成分上の差異を比較した結果，被害粒は健全粒に比し蛋白質含量多く脂肪含量の少ない事が認められた。

参考文獻

(1) Sessous, G. and Schiller, K., 1939: Grundsätsliches zur chemischen Auslese bei der Sojazüchtung. Der Züchter, 11. Jg.

(2) Cole, L. J., Lindstrom, E. W. and Woodworth, C. M., 1927: Selection for quality of oil in soybean. Jour. Agr. Res., vol. 35.

(3) Stark, Robert W., 1924: Environmental factors affecting the protein and the oil content of soybeans and the iodine number of soybean oil. Jour. Amer. Soc. Agron., vol. 16.

(4) Lipman, J. G. and Blair, W. A., 1916: Factors influencing the protein content of soybeans. Soil Sci., vol. 1.

(5) Garner, W. W., Allard, H. A., and Foubert, C. L., 1914: Oil content of seeds as affected by the nutrition of the plant. Jour. Agr. Res., vol. 3.

(6) Wetzel, K., 1940: Die physiologischen Grundlagen der planzlichen Stoffproduktion. Handbuch der pflanzenzüchtung. Lieferung 14, Band 1.

Résumé

Studies were made on the correlation among chemical composition of soybean seeds and other characters of the plant, a new simple selection method for (high) oil or protein content of soybean seeds and the influences of a few environmental factors upon the quantity of these two components. The results are summarized as follows:

1) There is a high correlation between maturity and oil or protein content of soybean seeds ; the earlier the maturity of the variety is, the more the oil content becomes, and the later, the more the protein becomes.

2) The coefficient of correlation between oil or protein content and specific gravity of soybean seeds was found to be −0.932, +0.705 respectively.

3) A new simple selection method for (high) quantity of oil or protein was devised, using the mixture of carbontetrachloride and ethylalcohol, in which soybean seeds are thrown, to learn roughly the oil and protein content based upon their specific gravity.

4) Short day treatment caused great differences in cmoposition of soybean seeds, increasing the oil content and decreasing the protein content.

5) Intercropping of soybean among wheat was effective in increasing the protein content, but it did not influence the oil content of soybean seeds.

6) The soybean seeds injured by soybean pod-borer contain more protein and less oil than those not injured.

馬鈴薯アルファ粉の製造及び利用に關する實驗的研究
第1報　剝皮，乾燥及び貯藏について

湯　村　　寛*

LABORATORY STUDIES ON THE PROCESS AND APPLICATION OF POTATO ALPHA-FLOUR
I. ON THE PEELING OF POTATO, DEHYDRATION TIME, AND PRESERVATION OF ALPHA-FLOUR

By Hiroshi YUNOMURA

緒　　言

本道の農作物に於て馬鈴薯の占める地位が極めて大きいことは言うまでもない。従来の馬鈴薯加工の主体は澱粉の製造とその二次加工にあることは周知の事実である。今茲に，馬鈴薯を栄養的に見るならば，良質の有機及び無機成分が含まれており，その中澱粉とビタミン類[(1)(2)]（B_1, C）に特質が認められる。その蛋白質含量は数的には少いのであるが質的には良質なアミノ酸[(1)(3)(4)]が含まれて居る。従つて馬鈴薯はこれを乾燥させることにより，澱粉質及び蛋白質の含有率は高くなり栄養的には一般穀実類に匹敵するようになると考えられる。而してこの乾燥処理に於て，澱粉質を一旦糊化させた後急速乾燥を行えばその澱粉は消化良好な α 型に保持され乳児食，菓子麵麭その他の栄養食品としての応用性が広くなる。

従来，この馬鈴薯アルファ粉は一，二の工場に於て生産されていたのであるが，その品質に於ては未だ不十分な点がある爲利用の範囲も極めて狭い状態にある。茲に，著者等はこれらの点に留意し，品質の向上を目的とした製造法並びに製品の新利用法につき一連の研究を行つたので逐次報告を行う次第である。

* 農藝化學部農産加工研究室

第1　前處理としての馬鈴薯剝皮の方法について

馬鈴薯を加工して食品類を製造する場合に品質より見て先ず剝皮処理を行う必要があろう。然るに我国に於ては，かかる場合に此の工程を経ていないのが現状である。米国に於ては，[(5)(6)(7)(8)]古くは機械的磨擦（Abrasion type）により行われていたが，之によれば肉質の損失が大きな爲近来はアルカリ浸漬法（10～15％の苛性曹達），高圧蒸気法（50～60 pounds/in^2－30～40 sec.），飽和食塩熱水浸漬法（Brine）或いはアルカリと食塩水の二段混用法等によつて剝皮が行われている。我国に於ては，これらの方法をその儘用い難い場合が多く，食品としては出来るだけアルカリが低濃度であること或は高圧法では農村工業の規模より考えて，より低圧蒸気なることが望ましい。このような応用面を考慮しアルカリ浸漬法及高圧蒸気法につき極めて簡単な実験を行つた。

〔実 験 の 部〕

I　アルカリ剝皮（苛性曹達による方法）

この方法につき，苛性曹達の濃度及び浸漬温度を種々変えて，手剝皮により剝皮可能の程度を調べた。品種「農林1号」（琴似本場昭和26年度産）

（イ）　常温浸漬

実験方法　馬鈴薯2 kg 宛を苛性曹達の1，3及び5％水溶液に浸漬し時々取出した後水洗し，剝

皮程度を調査しながら24時間続けた。浸漬温度16±1°C。

実験結果　孰れも剝皮には全く効果なく，24時間後には塊茎の肉質約5～8 mm程度に薬品が滲透して黄変していた。

（ロ）　温アルカリ浸漬

実験方法　苛性曹達の濃度は（イ）と同じ。浸漬温度は30～35°C，45～50°C及び55～60°Cとした。その結果は第1表の如くである。

第1表　アルカリ浸漬の温度及び濃度と剝皮程度

Table 1　The effect of temperature and concentration of alkali on peeling.

浸漬温度（C°）	濃度（%）	浸漬時間(hr)	剝皮可能度	備考
30～35	1	5	殆ど効果ない	塊茎表面粘性
	3	3	約5割	果肉への滲透　6 mm
	5	3	6～7割	果肉への滲透　6 mm
45～50	1	6	困難	果肉への滲透　2 mm
	3	3	稍困難	表面部分的に軟化
	5	3	殆ど可能	滲透約　15 mm
55～60	1	2	殆ど可能	滲透約　10 mm
	3	1	殆ど可能	滲透約　10 mm
	5	0.5	殆ど可能	滲透約　6 mm

浸漬温度を或る程度高めることにより剝皮に相当の効果が認められた。然し45～50°Cより高温に浸漬した場合には，剝皮可能状態になる迄浸漬を続けると肉質へのアルカリの滲透著るしく，剝皮後蒸煮しても内部迄よく煮えず又乾燥を行つた処，着色（黒褐色）が甚しかつた。30～35°C処理では，アルカリの濃度によりその有効性が予想されたので，次に同温度で苛性曹達の濃度を7％迄高めて処理した。

第2表　アルカリの濃度と剝皮可能程度との關係

Table 2　The effect of concentration of alkali on peeling.

アルカリ濃度（%）	浸漬時間（hr）	剝皮可能度	備考
3	3.5	5～6割	滲透　約2 mm
5	2.5	殆ど可能	滲透　約2 mm
7	1.5	完全	滲透　3 mm

註：　浸漬温度　30～35°C

この結果7％の場合には完全に剝皮出来ることが認められた。又5％浸漬ではアルカリ処理の後軽く機械的磨擦を行つた処，殆ど完全なる剝皮が出来た。

Ⅱ　熱處理による剝皮

馬鈴薯塊茎の表面を急激に加熱して表皮内面の組織内澱粉を糊化膨潤させ，pectin質を或る程度可溶態ならしめることにより剝皮の可能性が考えられる。そこで，この熱処理の方法につき沸騰水中に短時間浸漬する方法，レトルト内で常圧及び加圧蒸気を塊茎表面に噴射させる方法が剝皮に有効なりや否かを調査した。その結果は第3表に示されている。

第3表　熱處理の方法と剝皮程度

Table 3　Effect of boiling water and steam on peeling.

沸騰水中			レトルト（100°C）		レトルト（9lb/in²）－114°C		
時間(min)	剝皮	備考	時間(min)	剝皮	時間(min)	剝皮	備考
6	不能	果肉5 mm糊化	5	可能率3割	5	困難	
10	不能	8 mm糊化	7	5割	6	可能	可能率9割
15	不能	20mm糊化	9	6割	8	可能	9割
20	可能	相當糊化	10	6割	10	不能	果肉相當糊化肉崩れ多し
			15	6割			
			20	8～9割			

沸騰水処理では，浸漬後20分で剝皮出来たが果肉内部迄澱粉が糊化されており肉質が崩れ易い状態にあつた。従つてこの場合には手剝皮のみ可能で，機械的な磨擦処理を行うには損失が多過ぎて不適当と考えられた。この熱湯水浸漬法では，果肉が徐々に加熱されことになり，表皮裏組織のみの急激な糊化は困難であることが認められた。

レトルト法に於ては，常圧蒸気（100°C）吹込の場合は，熱水処理の場合よりも剝皮効果は認められたが未だ不充分である。20分後に大部分の剝皮は出来たが果肉が軟かく，機械磨擦剝皮では肉崩が多いものと考えられた。加圧蒸気噴射（本実験では9 lb/in²－114°C）に至つて初めて熱効果が現われ6～8分間の噴射によつて試料の大部分の剝皮が出来た。唯本実験では試料をレトルト内に静置して蒸気を噴射させたので，塊茎の密着部への熱の滲透不充分であり，その部分の剝皮は出来なかつた。これに就ては機械的措置により解決し得るものと考えられた。

以上，馬鈴薯剝皮に関する二，三実験の結果，

次のような処理が有効であることが認められた。

（イ） アルカリ浸漬を行うには，苛性曹達では5〜7 %の溶液に 30〜35°C で 1〜2 時間浸漬し，水洗後磨擦処理を行う。

（ロ） 熱処理では高圧蒸気の噴射を行うのが良く，9 lb/in² (114°C) ならば 6〜8 分間塊茎表面に一様に噴射させる。

第 2 箱型熱風乾燥器による馬鈴薯アルフア粉の製造

α-flour 製造の第 1 条件は糊化された澱粉質原料を急速に乾燥させることである。従来 Potato α-flour 製造の場合には，その乾燥は過熱蒸気の下に熱ローラーで数十秒間に仕上げられていた。然るに此の様式による場合乾燥の速かなる点では好都合であるが，高熱の爲に原料がカラメライズされ易い。殊に冬季間の製造に於ては，原料に糖分が増加する爲乾燥操作に不都合が生じ易く製品褐変化の虞がある。かかる乾燥処理を従来の澱粉製造用の乾燥室に依つても行い得るならば非常に好都合であり，而も優秀品を製造し得る可能性が増大される。而して此の様式に依る場合には，前述の熱ローラーに比して乾燥に長時間を要するので，α-flour としての乾燥時間の限界を見究めることが先決問題となる。此の乾燥時間と澱粉型との関係については，米飯につき二国[9]及び桜田[10]等の研究があり，それによれば，2 時間及び 3 時間乾燥の乾燥米澱粉はX線的に α 型であることが明らかにされている。然し乍ら，α 澱粉型を維持する爲の乾燥時間の限度についてはその報告がないので，本質的に澱粉の理化学性を異にする馬鈴薯について本実験が行われたのである。

尙，本実験に於ける澱粉型推定の基準は木原[11]のタカヂアスターゼ糖化法によつて求めた。

I 蒸煮馬鈴薯の乾燥速度と澱粉糖化率及び澱粉型との關係について

（イ） 実験方法 煮熟馬鈴薯を小型圧搾器 (Potato masher) で直径 1〜1.5 mm の細長い針状に押出し，之を電熱々風乾燥器で乾燥させた。乾燥時間は大凡 0.5, 1, 2, 3, 5, 6 及び 13 時間に調節し，一定時間に乾燥せる試料につき乾燥直後の糖化率を測定した。

糖化率の算出方法は，木原[11]の方法に準じて行つた。即ち試料 0.5 g をとつて 1 % Taka-diastase 溶液 30 c.c. を加え，37°C で 1 時間糖化作用を行つた後 BERTRAND 氏法により還元糖を定量し，之を Glucose として求めた。これより同様に処理した Taka-diastase 溶液及び試料中の還元糖量を減じた後，試料中の澱粉で除し糖化率とした。

糖化率から加工食品の澱粉型の推定を行う場合，その糖化率と澱粉の α, β 型の含有割合について木原[11]は糖化率が 33.97 %, 26.58 %, 20.08% ではそれぞれ α 型の含量を 100 %, 75 %, 50 % というように，定量的にはいかないが大凡の推測が出来ると述べて居る。又別に，膨化米が 30.32 % の糖化率で X 線により α 澱粉型を示したと云う事実から考え，約 30% 以上を完全な α 型澱粉であると推測し得よう。然し α 澱粉の示す糖化率の最少減度については X 線的に未だ報告がなく，亦此の糖化率と澱粉型との関係は澱粉の種類，処理条件その他により或は差違を生ずるかも知れず尙詳細な検討を必要とすると思われるが，此の点については後報にゆずる事として本実験では糖化率 30 % 前後以上のものを α 澱粉とした。

尙供試材料は毎回新しく調製したので幾分条件の差異が考えられた。従つて糖化率減少の傾向を指数によつて求め，実験回数の最も多い 1 時間乾燥の糖化率を基準とした。

（ロ） 供試材料 品種「農林 1 号」（昭和 26 年度琴似本場産）水分 77.85 %，澱粉 17.45 %。

（ハ） 乾燥器 a) 箱型送風式二重壁，送風機は ¼ HP 付で乾燥器下部に据付。

b) 大さ及び容積 90×70×55 cm 約 3.5 m³

c) 送風孔及び排気孔 送風孔は乾燥器の壁片面。直径 5 mm の円孔 15 個宛 6 列。排気孔は壁片面（送風孔と反対面）に直径 18 mm の円孔 8 個宛 6 列と上面壁中央に直径 50 mm の円孔 1 個。

d) 加熱装置 送風機の上部，乾燥試料箱の下段二重壁内にニクロム線があり，フアンよりの風は温められて二重壁内を循環する。最高温度 200°C 程度，電熱最大 3.5KW/H。

e) 製作所 株式会社小沢製作所。

f) 試料乾燥棚は金網製 6 段。

実験結果を第 4 表及び第 1 図に示す。

第4表 蒸煮馬鈴薯の乾燥時間と澱粉糖化率

Table 4 The relation between dehydration time and reducing sugar content produced by Taka-diastase.

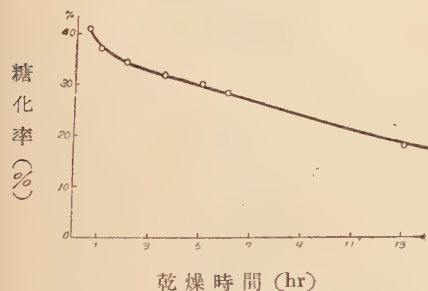
實驗回數	乾燥時間(時)	0.5	1	2	3.5	5	6	13
	乾燥實時間	30±5 (min)	60±10 (min)	120±20 (min)	3〜4 (hr)		6±0.5 (hr)	
1	水　分(%)	—	8.60	8.31	7.60	—	4.97	—
	糖化率(%)	—	36.65	32.92	31.64	—	30.38	19.81
	指　數	—	100	89.8	86.3	—	82.9	54.1
2	水　分(%)	3.29	4.64	—	11.73	—	—	—
	糖化率(%)	40.73	36.86	—	32.13	—	—	—
	指　數	110.5	100	—	87.2	—	—	—
3	水　分(%)	—	4.89	6.19	—	10.89	10.26	—
	糖化率(%)	—	38.12	36.83	—	32.30	28.24	—
	指　數	—	100	96.1	—	84.7	74.1	—
平均	指　數	110.5	100	92.8	86.7	84.7	78.5	54.1
	糖化率(%)	41.11	37.21	34.53	32.26	31.53	29.20	20.11
澱粉型		α	α	α	α	α	α	α〜β
乾燥溫度(C°)		170〜180	105±5	55〜60	55〜60	40〜45	40〜45	40〜45
製品色調		Brown	Light brown	White	White	White	White	White

第1圖 乾燥時間と糖化率

Fig. 1 Changes of the reducing sugar content produced by Taka-diastase by dehydration time.

以上の実験により次のようなことが認められた。即ち

(1) 蒸煮馬鈴薯の乾燥速度と澱粉糖化率との關係は，その乾燥時間が速かである程糖化率が高い。糖化率減少の傾向は乾燥時間1〜2時間迄は比較的激しく，以後13時間迄は徐々に直線的であつた。

(2) 糖化率から製品の澱粉型を推定すれば乾燥時間が6時間迄はα型であり，13時間乾燥では約50%がβ化された(中間型)澱粉であると云える。

(3) 2〜6時間乾燥で白色の糖化速度の良好な馬鈴薯アルファ粉を得た。

II 蒸煮馬鈴薯を一定時間放置した後に乾燥した場合の澱粉糖化率

原料の蒸煮後直ちに乾燥処理を行わずに，一定時間の放置後に乾燥させた場合に，製品の糖化率及び澱粉型が如何様に変化するかということについて実験を行つた(第5表)。

第5表 蒸煮後の放置時間と製品の糖化率

Table 5 The relation of reducing sugar content produced from the potato flour by Taka-diastase and dehydration after aging.

實驗回數	放置時間(hr)	0	2	4	6	乾燥時間(min)
1	水　分(%)	2.84	2.49	—	4.74	30±5
	糖化率(%)	33.22	31.49	—	30.24	
	指　數	100	94.8	—	91.0	
2	水　分(%)	2.95	3.30	—	—	30±5
	糖化率(%)	32.69	30.79	—	—	
	指　數	100	94.2	—	—	
3	水　分(%)	4.89	7.83	10.00	7.43	60±5
	糖化率(%)	33.89	32.08	30.42	28.40	
	指　數	100	94.7	89.8	83.4	
平均	指　數	100	94.6	89.8	87.4	
	糖化率(%)	33.27	31.47	29.88	29.08	

備考　供試品種「紅丸」(昭和26年早來火山灰地研究室圃

場產）水分 77.22 %，澱粉 15.94 %

（1）澱粉糖化率は乾燥迄の放置時間が長い程低下していた。

（2）糖化率から澱粉型を推定すれば 6 時間放置後の乾燥でも α 型と考えられる。

第 3　煮熟馬鈴薯の放置中に於ける澱粉糖化率の變化について

一旦 α 化された澱粉は水分を保つたままの状態で長く放置すれば漸次 β 化されてゆく。桜田等[10][12]は，米飯は 1 週間で β 型澱粉となりその糖化速度も低下していたと云う。馬鈴薯澱粉について，KATZ[13][14] 及びその共同研究者は，その水分が 30～60 %，温度 2～3°C の場合に β 型への戻りが最も速いと述べ，二国等[15]は 10 %澱粉糊液では（15°C）1 日後から β 化が始まり 7 日では α，β 両型相半ばし，30 日後に於て完全に β 澱粉になつていたと報じて居る。

馬鈴薯の組織内澱粉に於ても，同様に β 化してゆくものと予想されるが，その β 化に伴つて diastase による澱粉の糖化速度が減退することが考えられる。本実験はその傾向を明らかにしようとしたものである。

而して糖化率による澱粉型の推定については，本実験の試料と前述の実験のそれとは状態が異るので前述（第 2）の基準をその儘用いることは出来ない。従つて本実験では澱粉型の推定は行はなかつたが，糖化率の変化によつて煮熟馬鈴薯の β 澱粉化への傾向は窺い知ることが出来よう。尚この傾向比較の為米飯についても測定を行つた。

〔実 験 の 部〕

（イ）試料の調製　この処理に於て，原料の蒸煮条件（添加水，温度，時間等）によつて澱粉の $\beta \rightarrow \alpha$ 型への転移速度が異うことが桜田等[16]によつて（米飯）明らかにされているので，本実験では一定条件について行つた。即ち

a）馬鈴薯は剝皮したもの 2 kg に水 1 l 加えて 50～60分間沸騰水中で煮熟させた品種「農林 1 号」で（第 2）と同じもの。煮熟馬鈴薯水分は 78.56～79.55 %。

b）米飯は，白米 50 g に水 150 c.c. 加えて 35 分間沸騰水中で煮熟させた。米飯水分 67.43～69.24 %。

（ロ）実験方法　馬鈴薯は煮熟後 Potato masher で針状に押出した後室温（12～14°C）に放置した。Taka-diastase による糖化率の測定は放置直後，1，3 及び 7 時間，1 及び 2 日後に行つた。米飯については煮熟直後，1，2，3 及び 4 日後に測定した。

実験結果は次の両表及びグラフ 2 に示されている。

第 6 表　蒸煮馬鈴薯の放置と澱粉の糖化率

Table 6　Changes of the reducing sugar content of cooked potato produced by Taka-diastase by aging.

實驗回數 ＼ 放置時間 (hr)		0	1	3	7	24	48
1	糖化率 (%)	59.55	52,89	—	48.53	—	34.44
	指數	100	88.8	—	81.0	—	57.8
2	糖化率 (%)	56.43	49.16	44.92	43.16	—	—
	指數	100	86.4	79.6	76.5	—	—
3	糖化率 (%)	—	48.76	—	—	37.20	31.87
	指數	—	100	—	—	76.3	65.3
平均	指數	114.1	100	91.4	89.8	76.3	65.2
	糖化率 (%)	57.36	50.27	45.95	45.14	38.35	32.79

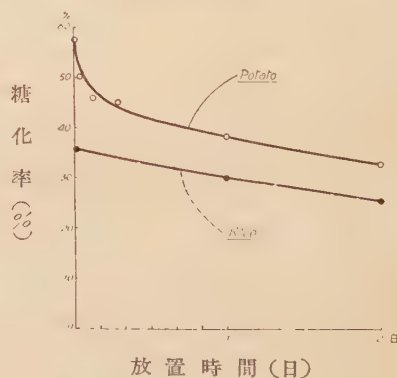
註：切干馬鈴薯の澱粉糖化率は 4.58 %

第 2 圖　放置と糖化率の減少

Fig. 2　Decrease of reducing sugar content produced by Taka-diastase by aging.

（1）蒸煮馬鈴薯の澱粉糖化率は，放置初期には極めて顕著に，以後は徐々に直線的減少を示した。之に対し米飯の場合は減少の程度が緩漫であ

第7表　米飯の放置と澱粉糖化率

Table 7　Changes of the reducing sugar content of cooked rice produced by Taka-diastase by aging.

實驗回數＼放置時間 (Days)		0.5～1 (hr)	1	2	3	4
1	糖化率(%)	35.84	29.65	24.61	—	—
	指　數	100	82.7	68.6	—	—
2	糖化率(%)	—	33.37	28.75	24.20	—
	指　數	—	100	86.1	72.5	—
3	糖化率(%)	31.84	26.94	—	23.17	18.40
	指　數	100	86.6	—	72.8	68.3
平均	指　數	119.5	100	84.6	79.3	68.3
	糖化率(%)	35.66	29.99	25.36	23.77	20.48

つた。

(2)　蒸煮後の馬鈴薯及び米澱粉の $\alpha\rightarrow\beta$ 型への傾向を糖化率から推測比較すれば，放置後初期に於て著しい相異が認められ，馬鈴薯は米飯に比較して初期の β 澱粉化が速かであると云えよう。

(3)　米飯放置中には，志賀[17]の如き硬化現象は認められなかつた。これは蒸煮の際の加水量の相異によるものと云えよう。

第 4　アルフア粉貯蔵中の吸濕と澱粉の糖化率及び澱粉型の變化

α-flour は貯蔵中に吸湿すれば再び澱粉型が β に戻る。その場合，β 澱粉化への吸湿限界が問題となる。これについては明確な報告を知らないが，水分 15[9] %以下に保てば良いとも或は 8.6[18] %以下では β 型に戻り難いとも云う。然しその限界は不明であるので，その点を明らかにする必要上，馬鈴薯アルフア粉の貯蔵中の，吸湿性と澱粉 β 化の関係について実験を行つた。

〔実 験 の 部〕

試　料　馬鈴薯を剝皮蒸煮後 2～2.5 時間で乾燥させ，直ちにこれを粉砕 (30 mesh 以下) して試料とした。

実験の種類は 4 種に分けて貯蔵した。

(イ)　吸湿度に変化を与えぬように貯蔵したもの—硫酸紙に包み 30°C の恒温室に乾燥状態においた。

(ロ)　吸湿させるように貯蔵したもの，

A，B は同一実験室内に場所を変えた場合で実施時期は昭和 26 年 11～12 月。C は実験室内において，同年 9～10 月に貯蔵したものである。

貯蔵中の吸湿程度の相異によつて，アルフア粉の糖化率に変化がみとめられた。即ち水分が 4～

第8表　アルフア粉貯蔵中の吸濕と澱粉糖化率

Table 8　Changes of the absorption of moisture and reducing sugar content produced by Taka-diastase of α-flours by preservation.

條件＼貯藏期間		0	1	3	7	10	15	20	35	60
恒溫室内	水　分(%)	3.50	3.77	(a) 5.92	—	6.00	—	6.14	—	—
	糖化率(%)	37.15	36.80	(a) 37.07	—	36.46	—	36.42	—	—
開　放A	水　分(%)	5.52	8.01	8.26	9.69	9.90	(b) 9.68	—	10.64	10.65
	糖化率(%)	31.29	31.53	32.22	31.03	32.19	(b) 31.04	—	28.19	27.54
開　放B	水　分(%)	6.40	—	8.18	9.24	10.11	(b) 9.11	—	10.51	10.08
	糖化率(%)	31.58	—	? 35.20	32.20	31.64	(b) 28.88	—	28.13	26.97
開　放C	水　分(%)	7.20	11.19	12.01	12.70	—	13.32	—	—	—
	糖化率(%)	31.87	29.13	21.95	22.48	21.11	20.25	—	—	—

(a)　5 日後に定量　　(b)　17 日後に定量

室　温 { A，B；7～20°C　C；12.5～18.0°C }

關係濕度 { A，B；51～65 %　C；70～85 % }

6 %に保たれた恒温室貯蔵の場合には貯蔵実験中に殆ど糖化率を生じていない。A–C では水分 10 %前後迄吸湿した後になると減少を始め 12 %を超えると更に著しい。

糖化率より推測する澱粉型は，アルファ粉の吸湿程度が 10 %程度になる迄は完全な α 型であり，この程度を越えると漸次 β 型に戻つてゆくものと考えられる。実験 C に於ては 15 日後に 50 %程度が β 化されてゐることになる。念のため（C）–15 日後の試料について，粉に水を加えてよく練つて見た処強い粘着性を示し餅状になつたが，この事実は，此の試料には，未だα–澱粉としての性質も保つてゐることは明らかである。この時参考に切干馬鈴薯粉（第 6 表の参考欄）につき同様の処理を行つた処，粘性は全くなくサラサラの状態であつたが，之は完全な β– 澱粉の特質である。

これらの結果から考えると，馬鈴薯アルファ粉を貯蔵するには，その防湿に注意し，水分を 10 %程度以下に保つことが必要である。

總　　括

以上の実験室的な規模の下に馬鈴薯剝皮の方法につき簡単な調査を行い，次で蒸煮後の乾燥速度，放置時間，並びに製品貯蔵中に於ける吸湿程度と澱粉型の変化を明らかにしようとして澱粉糖化率を測定し，之を基準として澱粉型の推定を行つたのであるが次のような結論に到着した。

（1） 馬鈴薯の剝皮；（イ）アルカリ法では原料を 5～7 %の苛性曹達溶液に 30～35°C で 1～2 時間浸漬した後水洗剝皮を行う。（ロ）レトルト法では加圧蒸気（9 lb/in²）を 6～8 分間噴射させる。

（2） 蒸煮後の乾燥； 乾燥時間が 5～6 時間以内ならば色沢良好な α 澱粉型の馬鈴薯粉が得られる。

（3） 蒸煮後の放置と糖化率の変化； 糖化率は放置時間の長さに伴つて減少し，その傾向は初期は速かで，以後は緩漫である。

（4） アルファ粉貯蔵中の吸湿と澱粉の β 化；貯蔵中，水分が 10 %を超えると糖化率は減少の傾向があらわれ，12 %以上になると著しく低下する。その澱粉型は 10～12 %を超えると漸次 β 型に戻る。従つて馬鈴薯アルファ粉の貯蔵には，水分を 10 %程度以下に保つことが必要である。

本報告の終りに臨み，終始御懇篤な御指導を賜はつた農藝化學部長西潟高一氏，竝びに前農藝化學部長北大教授石塚喜明博士，同助教授伊藤信夫氏，同助教授友枝幹夫氏に深甚の謝意を表し，本研究の遂行に當り努力をおしまれなかつた上田貞雄，山崎禎子，淺見六治の諸氏に厚く感謝する次第である。

尚本報告の一部は昭和 26 年 11 月日本農藝化學會北海道支部大會に於て發表したものである。

文　　獻

（1） 岩田久敬，1948：綜合食品化學．P. 235.

（2） 厚生省研究所國民榮養研究部會，1947：食品榮養價要覽：P. 40：239.

（3） DENT, C. E., STEPKA, W. and STEWARD, F. C., 1947：Nature, 160, 682.

（4） 武藤聰雄，1951：日農化., 24, 321, 325.

（5） CREUESS, W. V., 1953：Ind. Eng. Chem., 43, 53.

（6） BLUMENTHAL. S, 1947：Food products., p. 836：901.

（7） CALDWELL, J. S., LOMBARD, P. M. and CULPEPPER, C. W, 1943：Canner., 47 (3), 30：32.

（8） MILLER, R. W. and ANDREWS, O. M., 1946：U. S. Patent., 2399282.

（9） 二國二郎，1947：農學，1 (3), 35.

（10） 櫻田一郎，淵野桂六，1934：理研彙報，12, 761.

（11） 木原芳次郎，川瀬善一，1949：食糧研究所報告，2, 25.

（12） 北野登志雄，1935：理研彙報，13, 235.

（13） KATZ, T. R et al, 1939：Z. Physical. Chemie., A. 170, 430.

（14） KATZ, T R., 1934：Z. Physical. Chemie., A. 171, 181.

（15） 二國二郎，不破英次，辰巳ちゑ，1949：日農化., 23, 90.

（16） 櫻田一郎，北野登志雄，淵野桂六，1936：理研彙報，14, 361.

（17） 志賀岩雄，澤山善二郎，1945：糧食研究，215. 1.

（18） KATZ, T. R., 1930：Z. Physical. Chemie., A. 150, 37.

Résumé

Studies were made on the peeling of potatoes, relation of dehydration time of cooked potatoes

and reducing sugar content, changes of reducing sugar content of cooked potato by aging and relation between the absorption of moisture of alpha-flour and reducing sugar content. Further, the author inferred the type of starch by measuring of reducing sugar produced by Taka-diastase.

The results are as follows:

1) Peeling of potatoes: Suitable methods are either soaking of raw materials in a 5～7 % of sodium hydroxide solution at 30～35°C. for 1～2 hours or steam under pressure of 9 pounds per square inch in retort for 6～8 minutes.

2) Dehydration of cooked potatoes: White digestible alpha-flour can be produced by dehydration using the compartment blowing dryer within 5～6 hours.

3) Changes of the reducing sugar content of cooked potatoes by aging: In an early stage, by aging, the reducing sugar content of cooked potatoes produced by Taka-diastase decreases greatly, and then gradually.

4) Retrogradation of alpha-starch by absorption of moisture: If the content of moisture exceeds 12 %, the reducing sugar content of alpha-flour produced by Taka-diastase decreases rapidly and the alpha-starch retrogrades to beta-type. It is necessary, therefore, to preserve potato alpha-flour without retrogradation keeping its moisture less than 10 %.

北海道に於ける菜豆炭疽病の分布及び病原性を異にする病原菌の生態系について

栃内吉彦* 沢田啓司**

ON THE DISTRIBUTION OF BEAN-ANTHRACNOSE IN HOKKAIDO AND SPECIALIZED RACES OF THE CAUSAL FUNGUS DIFFERING IN THEIR PATHOGENICITY

By Yoshihiko TOCHINAI and Keiji SAWADA

北海道に於ける菜豆の生産高は昭和20年 90,007石，同21年120,093石，同22年92,533石，同23年152,935石，同24年148,070石と戦後年々増加し，全国総生産高の約70％乃至90％を占めている（食糧管理統計年報,1948,1949）。しかるに本道の菜豆が炭疽病等によつて年々被る損害は非常に大きく，稚苗期に於ける子苗の被害（第1圖，第2圖及び第5圖參照）並びに結莢期に於ける莢及び種子の被害等（第3圖及び第4圖參照）によつて蒙る量及び質の損耗は莫大なものがあつて，その防除対策は緊急樹立を要すると思われる。

従来本邦に於て菜豆炭疽病に関するまとまつた研究報告は殆んどない状態にあるので，筆者等は数年来この病害に関する種々の研究を行つて来た（澤田，1948, 1952；栃内・澤田，1951 a, 1951 b）。その間昭和21年より昭和26年にわたつて道内各地の炭疽病発生状況を調査した結果をここに報告する。

この調査に用いた道内各地の罹病種子の大部分は北海道食糧事務所検査課の好意により蒐集し，又芽室町に於ける調査に當つて，元十勝農業物理研究所主任佐々木信介氏から種々便宜を與えられた。ここに記してそれぞれ深く感謝する。

調査第一

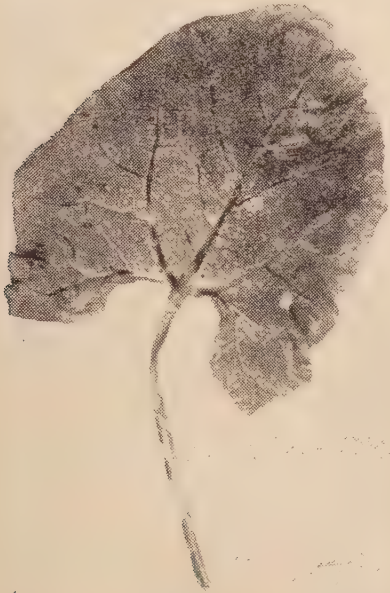
調査の結果炭疽病の発生の認められた市町村を支庁別にまとめて次表に示した。×印を附したものは，圃場調査の結果によるものであつて，他はその市町村に於て生産された種子を蒐集し，罹病種子の存在によつて当該市町村に於ける炭疽病の発生を認定した。表中の数字は炭疽病発生年度を示す。但し圃場調査の項に括弧内に記した年

第1圖 子苗の被害狀況（品種は「中長鶉」）

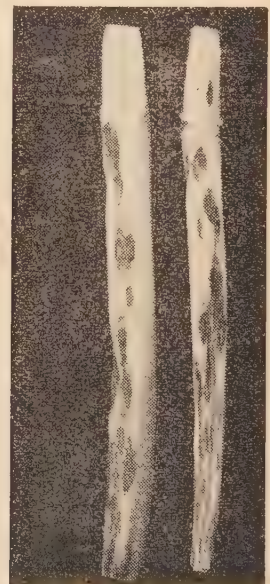
Fig. 1 Injuries of seedling.

* 北海道農業試験場

** 北海道大學農學部植物學教室

度が二，三あるのはその年次のみは種子の調査によつたことを示す。罹病粒の有無は肉眼鑑定によつて定めた（第4圖參照）。尙，帯広市の調査は北海道立農業試験場十勝支場の圃場に於て行い，女満別村の調査は北海道立女満別原種農場の圃場に於て行つたものである。

第 2 圖　葉裏に於ける病徵
（品種は「手無長鶉」）
Fig. 2　Symptom on bean-leaf.

第 4 圖　種子の被害狀況（品種は「ビルマ」）
左は被害種子　右は健全種子
Fig. 4　Injuries of seeds.
Left : Injured seeds.
Right : Healthy seeds.

第 3 圖　莢の被害狀況（品種は「大手亡」）
左及び中は被害莢，右は健全莢
Fig. 3　Injuries of bean-pods.　Left & middle : Injured pods.
Right: Healthy pod.

第 5 圖　莖に於ける病徵（品種は「中長鶉」）
Fig. 5　Symptom on hypocotyl.

この調査の結果によつて,「手無長鶉」「中長鶉」「本金時」「ビルマ」等の品種が道内各地に於て,毎年炭疽病の被害を蒙つていることが判明した。亦「虎豆」「丸鶉」「黄金」等も激しく罹病している。この事実は従来著者等の抵抗性の品種間差異に関する研究（澤田, 1948; 栃内•澤田, 1951 a）に於て明らかにされたところとよく一致する。更に「大手亡」も調査せる数個町村に於て罹病していることが認められた。

北海道に於ける菜豆炭疽病の發生狀況
Distribution of bean-anthracnose in Hokkaido.

支廳	品種 / 市町村	手無長鶉	中長鶉	本金時	ビルマ	虎豆	丸鶉	黄金	大手亡
上川支廳	東鷹栖村		+ 1949		+ 1949				
	美深町				+× 1948				
	東山村			+ 1949					
	山部村		+× 1948		+× 1948 1951				+× 1951
	旭川市			+ 1949					
宗谷支廳	歌登村		+ 1949		+ 1949				
十勝支廳	清水町	+ 1949	+ 1949						
	芽室町	+× (1949) 1950 1951	+× 1950 1951		+× 1950				
	音更村				+ 1949				
	帯廣市	+× 1950 1951		+× 1950	+× 1950				
	大樹村				+ 1947				
網走支廳	留邊蘂町	+× 1950							+× 1950
	常呂村	+ 1949	+× (1949) 1951			+× 1951			
	女満別村		+× 1951		+× 1951				
空知支廳	江部乙村				+ 1949				
	納内村		+ 1949						
日高支廳	平取村				+ 1949				
膽振支廳	伊達町				+× 1951		+× 1951		+× (1949) 1950 1951
	壯瞥村				+× 1950				+× 1950 1951
	幌別町						+× 1951		
後志支廳	發足村		+ 1949						
	喜茂別村						+× 1951		
石狩支廳	札幌市	+× 1948 1950		+× 1946 1947 1948 1950	+× 1948	+× 1946 1951		+× 1948	+× 1950
	惠庭村		+× 1947						
	豐平町			+× 1947 1949	+× 1947 1948 1949				+× 1949

調査第二

北海道に於ける主要菜豆生産地，十勝地方及び胆振地方の炭疽病発生状況を調査せる結果の一部は既に報告したが（澤田, 1952），その後の調査結果をもとりまとめて次に述べる。

十勝地方の主要菜豆生産地の一つである芽室町に於て，昭和 25 年 8 月 10 日及び昭和 26 年 8 月 2 日の 2 回調査を行い，胆振地方に於ては伊達町及び壮瞥村を，昭和 25 年 8 月 28 日，29 日及び昭和 26 年 8 月 11 日，12 日の 2 回にわたり調査した。

芽室町に於ける調査結果

昭和25年の調査の結果は次の如くである。即ち「手無長鶉」は調査圃場3個所中2個所に於て激しく発病せるを認め，その中1個所は特に甚しく殆んど健全個体を見なかつた。「中長鶉」は調査圃場3個所全てに於て発病し,「ビルマ」も1個所の発病圃を見た。然るにこれらの圃場と隣接せる「手無中長鶉」「大手亡」の圃場を夫々2個所及び5個所調査せる結果，全く発病個体を見なかつた。「手無中長鶉」「大手亡」等は従来炭疽病抵抗性品種として推奨されている品種である(嶋山, 1941; 桑原, 1950)。

伊達町及び壮瞥村に於ける調査結果

伊達町及び壮瞥村に於て昭和25年の調査の際,「大手亡」が炭疽病に激しく罹病していることを発見した。更に昭和26年再び調査を行いこの事実を確めた。即ち伊達町に於て調査せる5個所の「大手亡」圃場中4個所に発病を認めた。その他「丸鶉」に2個所「ビルマ」1個所の発病圃があつた。壮瞥村に於ても調査せる6個所の「大手亡」の圃場中4個所に発病を認めた。

十勝及び胆振の両地方の調査に於て，十勝地方に於ては「手無長鶉」「中長鶉」「ビルマ」等は激しく罹病するが,「手無中長鶉」「大手亡」等は強い抵抗性を示すことがわかつた。この調査結果は筆者等の従来発表して来た成績(澤田, 1948; 栃内•澤田, 1951 a)とよく合致する。胆振地方に於ては十勝地方に於ける抵抗性品種「大手亡」が各所に於て大きな被害を蒙つていることが判明した。この地方の標品より分離せる菌は接種試験の結果,「手無長鶉」「中長鶉」と共に「手無中長鶉」「大手亡」等にも強い病原性を有することが明らかとなつた(この接種試験の詳細については別に報告する)。即ちこの地方に分布する菜豆炭疽病菌には，十勝地方のものとは別個の系統の寄生性を異にするもののあることが明らかになつた。この系統の炭疽病菌に対しては「手無中長鶉」及び「大手亡」は抵抗性がないから，その栽培に当つては特別の注意を要する。

結　　論

菜豆炭疽病に対する菜豆の抵抗性は品種によつて大いに異なるものであるが, M. F. BARRUS は1911年菜豆炭疽病菌に病原性の異なる系統のあることを知り，種々の標品より分離せる菜豆炭疽病菌系統を用いて，多くの菜豆品種に接種試験を行い，菜豆炭疽病菌には菜豆に対する病原性の顕著に異なる alpha 及び beta の2系統の生態種のあることを報告している(1919)。BARRUS によれば，供試せる菜豆品種は alpha 系統に対し感受性であるが beta 系統に対しては抵抗性の品種, alpha 系統に抵抗性にして beta 系統には感受性の品種，両系統に感受性の品種及び両系統に抵抗性の品種の4群に大別し得るという。その後この両系統に抵抗性の品種 "White Imperial" が炭疽病に罹病することが知られ, W.H.BURKHOLDER (1923) はこれより菌を分離し，接種試験を行つた結果, "White Imperial" より分離した菜豆炭疽病菌は alpha 及び beta とは病原性を異にする新たな菌系統であることを確め, gamma と名付けた。この菌系統は当時まで抵抗性品種として推奨されていた "Well's Red Kidney" (BARRUS, 1915) に対しても強い病原性を有するものであることが判明した。R. D. RANDS & W. BROTHERTON, Jr. (1925) はこれら3系統の菜豆炭疽病菌を用いて温室及び圃場に於て，多くの菜豆品種に対する接種試験を行つている。

A. BUDDE (1928) はドイツに於て菜豆炭疽病菌46系統について試験を行い, A, B, C, D, E, の5種の生態型を報告したが，その後 H. PEUSER (1932) の調査によつて更に G, H, I, K, L, M, N, の7種の生態型の存在が認められた。亦 F. SCHREIBER (1932) は53の菌系統を57種の菜豆品種に接種試験を行い，34生態型を認めたが，更にこれを3群に大別した。

筆者等は北海道に於て採集せる被害標品より分離せる菜豆炭疽病菌による接種試験の結果，抵抗性の品種間差異は甚だ顕著であることを報告し(澤田, 1948; 栃内•澤田, 1951 a)，その後引続き研究中である。北海道に於ける菜豆炭疽病の発生は古くより認められ，北海道大学農学部植物学教室所蔵標品によれば，宮部金吾は既に1895年, 半沢洵は1899年に菜豆炭疽病菌を採集している。また1915年には虻田郡に於て菜豆栽培が炭疽病によつて相当の被害を被つたことが報ぜられている

(堀正太郎，1915)。その後，星野武 (1937) は菜豆栽培に当り古手竹の使用によつて炭疽病伝播のおそれのあることを指摘して栽培者に注意を与え，芥川藤四郎 (1939) はボルドウ液の撒布による菜豆炭疽病の防除 について 報告 している。又，嶋山鉀二 (1941) は炭疽病抵抗性の新優良品種として「常富長鶉」「菊地長鶉」「手無中長鶉」「丸長鶉」について， 貝塚久夫 及び 金森 泰次郎 (1947) は「白地ビルマ」について報告している。

筆者等は多くの菜豆重要品種につき，全道にわたつて炭疽病発生状況を調査した。その結果菜豆炭疽病は北海道の殆んど全道にわたつて発生し，病原性を異にする菌系統の存在することが明らかになつた。「手無長鶉」「中長鶉」「本金時」「ビルマ」等は各地に於て炭疽病の被害を蒙つているが，これらの品種は北海道に於ては最も広く且つ多く耕作されている品種であるから，実害は頗る大であつて，その耕作に当つては炭疽病の防除に特に留意する必要がある。「大手亡」は炭疽病抵抗性品種として推奨され，又筆者等の従来の試験に於ても従来一般に知られている炭疽病菌系統に対しては明らかに強い抵抗性を示したのであるが，胆振地方の伊達町及び壮瞥村に於ける調査の結果によつて，この品種も天然に於て炭疽病に侵されることが判明し，該被害標品より新たに分離せる菌系統による接種試験の結果，従来抵抗性品種とされていた「大手亡」「手無中長鶉」等もこの系統の菌には激しく侵されることが明らかになつた。故にこれらの地方に於ては「大手亡」「手無中長鶉」等に対しても炭疽病防除上，十勝地方とは別個に特別の注意を必要とする。

菜豆の炭疽病は罹病種子，被害茎葉等によつて容易に分散し伝播するものであつて (Barrus, 1921; Schaffnit & Böning, 1925; 栃内・澤田, 1951 b)，軟莢種にあつては，その莢は蔬菜として新鮮な状態で他の地方に輸送されることがあり，その際罹病莢を混ずる場合が多いから (Laulitzen, et al, 1933)，被害種子，莢等の移動によつて今後他の地域にこの系統の菌の発生する危険が予想される。従つて従来地域的に抵抗性品種とされているものについても，今後炭疽病発生の有無に注意して観察する必要がある。更に全般的に種子の精選を厳行して帯菌種子を除去し，種子消毒を行つて種子に潜在する菌の撲滅を図り，炭疽病新系統の侵入繁殖を極力防止せねばならぬ。

引用文獻

Barrus, M. F., 1911: Phytopath. Vol. 1, p. 190～195.

——, 1915: Phytopath., Vol. 5, p. 303～307.

——, 1918: Phytopath., Vol. 8, p. 589～614.

——, 1921: Cornell. Agr. Exp. Stat. Memoir, 42.

Budde, A., 1928: Forschungen auf dem Gebiet der Pflanzenkrankheiten und der Immunität im Pflanzenreich 5.

Burkholder, W. H., 1923: Phytopath., Vol. 13, p. 316～323.

星野武, 1937: 北農, Vol. 4, p. 254～257.

堀正太郎, 1915: 病蟲害雜誌, Vol. 2, p. 661～666.

貝塚久夫・金森泰次郎, 1947: 北農, Vol. 14, p. 239～241.

桑原武司, 1950: 十勝地方に適する主要農作物優良品種の解說. p. 15～18.

Laulitzen, J. I., L. L. Harter, & W. A. Whitney, 1933: Phytopath., Vol. 23, p. 411～445.

Leach, J. G., 1923: Minnesota Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. 14.

Peuser, H., 1932: Phytopath. Zeitschrift, Bd. 4, p. 83～112.

Rands, R. D. & Wilbur Brotherton, Jr., 1925: Jour. Agr. Res., Vol. 31, p. 101～154.

澤田啓司, 1948: 日. 植. 病. 會報., Vol. 13, p. 70 (講演要旨).

——, 1952: 日. 植. 病. 會報., Vol. 16, p. 23 (講演要旨).

Schaffnit, E. & K. Böning, 1925: Forschungen auf dem Gebiet der Pflanzen-Krankheiten und der Immunität in Pflanzenreich 1.

嶋山鉀二, 1941: 北農, Vol. 8, p. 444～453.

食糧管理統計年報, 1948: p. 49～51; 1949: p. 43.

Schreiber, F., 1932: Phytopath. Zeitschrift, Bd. 4, p. 415～454.

芥川藤四郎, 1939: 北農, Vol. 6, p. 341～343.

栃内吉彥・澤田啓司, 1951 a: 日. 植. 病. 會報., Vol. 15, p. 104 (講演要旨).

——, 1951 b: 日. 植. 病. 臨時大會講演.

Résumé

The authors have investigated the occurrence of bean-anthracnose at 25 different localities in Hokkaido concerning 8 important bean-varieties. They found that the disease is distributed widely over the Hokkaido being caused by several specialized races of *Colletotrichum Lindemuthianum* BRIOSI et CAVARA. They dwelt upon the fact that the newly found specialized race parasitic on commonly called resistant varieties (Ōtebo and others), prevalent in some localities (Date and Sōbetsu) of Province Iburi, has not been found hitherto in Province Tokachi, the most important bean district in Hokkaido, and so great care must be taken to prevent the intrusion of that race by transportation of affected seeds or diseased bean-pods. For that purpose they recommended the use of carefully selected clean seeds and seed-disinfection with fungicides.

寄主植物磨碎汁液と寄生菌の特異的親和性に關する研究
第1報　寄生菌類の胞子の發芽に及ぼす寄主，非寄主植物磨碎汁液の影響

富山宏平*　赤井　純*　鷲尾　徹*

STUDIES ON THE SPECIFIC AFFINITY BETWEEN THE HOST-PLANT JUICE AND PARASITIC FUNGUS. I. EFFECT OF HOST-PLANT JUICE ON THE GERMINATION OF THE SPORES OF PARASITIC FUNGUS

By Kohei TOMIYAMA, Jun AKAI, and Tohru WASHIO

植物磨砕汁液によつて病害の抵抗性品種の検定を行いうるかどうかを確めるのが本研究の目的である。この目的の爲に従来も多くの研究がなされた。例えば抵抗性品種の汁液と罹病性品種汁液の間に差がないとするものには WARD (1902), LEACH(1919), PARKER-RHODES (1939)などがあり，また抵抗性品種の汁液中に罹病性品種とは異つた有毒物質を発見したとするものには WILTSHIRE (1915), EZEKIEL (1930), JOHNSTONE (1931), SHARVELLE (1936), TRAUBENHAUS & EZEKIEL (1936), KARGOPOLOVA (1936,'37), EZEKIEL & FUDGE (1938), FORBES (1939), GREATHOUSE et al. (1938,'39), WALKER et al. などがある。然し真に生体内の病害抵抗性の原因がその物質の存在によると証明したものはないようである。また抵抗性物質を含むと主張する論文も，後に数値の統計的検討によつてその結論に疑をさしはさまれたものも多い。坂本 (1951) は次の如く述べた。"抵抗性を荷う物質を明らかに証明しえたと考えられるのは WALKER et al. の玉葱汚点病に関する研究に過ぎない。然しこの場合に於ける寄主組織中の有毒物質の作用機作は既に述べたように in vivo に於ける問題でなく寧ろ in vitro に等しい状態に於て発現されると考えることが出来る。"即ち磨砕汁液による抵抗性の検定は屢々可能なように見えるが，これは決して単純な問題ではない。従つて磨砕汁液の特性に関する充分な基礎的検討が必要である。筆者はこの目的の爲に企てた一連の研究に於て先ずこの磨砕汁液と寄生，非寄生菌の間に如何なる関係が見られるかを問題とした。即ち品種間の問題を扱う前に種間の親和性を扱う事とした。或る植物の汁液はそれに寄生する菌に対しては良好な影響を与えるが，寄生しない菌に対しては不都合な影響を与えると云う，いわゆる特異的親和性の立場から成された報告は殆ど見られない。PARKER-RHODES (1939) は小麦に寄生する *Puccinia glumarum* と *P. triticina* の各々の寄生を受けた小麦の磨砕汁液中で両菌の uredospore の発芽を行い，特異的な発芽抑制作用があると報告した。即ち *P. glumarum* の寄生を受けた小麦の汁液中では *P. glumarum* のみが抑制を受け，*P. triticina* の寄生を受けた小麦の汁液中では *P. triticina* のみが抑制を受けた。然るに健全葉の汁液にはかかる物質は見出されなかつた。宇井 (1950) は *Helminthosporium* 属菌で同様な傾向を認めたと報告している。これらの実験は菌の侵害を受けた寄主植物の抗菌的反応性に就いて興味ある事実を提供するが本実験に於ける筆者の立場とは異なる。即ち筆者の実験は健全な植物の汁液と接触した寄生菌及び非寄生菌が如何なる反応を示すかを調べようとするも

* 病理昆蟲部病理研究室

のである。本報告はその研究の第1段階として菌の胞子の発芽に及ぼす磨砕汁液の影響を検した。

本研究遂行に當り，御教示，御校閲を賜わつた當農業試験場長栃内吉彦博士，常に御指導を賜わつている病理昆蟲部長田中一郎氏及び御助言を賜つた高橋喜夫博士に心から感謝の意を表する。本報告は 1950, 1951 両年の日本植物病理學會北海道支部講演會でその概要を報告した。

第1節　實　驗　法

良く洗滌したスライドグラス上に濃厚なる菌胞子液を1ニクロム線耳置き，その上に植物磨砕汁液をスポイトにて1滴覆せ，洗滌赤熱冷却したニクロム線耳で良く混合しつつ薄く拡げた。これらのスライドグラスはシヤーレ内の湿室に保つた。一定時間後 Formalin-acetic-alkohol で固定し，濃厚なる緑色汁液層の大部分を濾紙にてふき取り，残つた中央部の汁液を充分に水にて稀釈して後検鏡した。これは充分に稀釈しなければ緑色層のために胞子の識別が困難な爲である。この爲最初スライド上に載せる胞子は充分濃厚である必要がある。供試菌は黒穂病菌，稲熱病菌，*Helminthosporium* 属菌を用いた（第1表)。そのうち黒穂病菌に就いては圃場の燕麦「ビクトリー1号」，春播小麦「農林29号」，裸麦（品種不詳）及玉蜀黍（品種不詳）の各々の黒穂病菌を採集し，一旦風乾した後その胞子のみを瓶中に入れ，塩化石灰の乾燥器中に貯えて随時供用した。此の胞子を取り出し水に浮かせ，真空ポンプで減圧して水中に完全に沈下し，後遠心分離機で濃縮洗滌した。時によりシヤーレ中に懸濁液の薄層を拡げて，一定時間放置したる後再度遠沈して実験に供した。実験の記述に於てはこれを予浸と称する。この予浸中には発芽

第1表　供試寄主植物名及び供試寄生菌名

Table 1　Name of host plants and parasitic fungi tested in the present experiments.

供試寄主植物名	供　試　菌　名
燕　麥	*Ustilago Avenae, Helminthosporium Avenae*
大　麥	*Ustilago nuda, Helminthosporium sativum*
小　麥	*Ustilago Tritici*
玉蜀黍	*Ustilago Zeae, Helminthosporium turcicum*
稻	*Piricularia Oryzae, Helminthosporium Oryzae*
黍	*Sorosporium manchuricum*

しない事を確めた。この予浸は始め出来る丈磨砕直後の新鮮汁液の発芽に対する影響を見る目的で発芽準備期間を，あらかじめ経過した胞子に新鮮汁液を接触せしめるために行つたが，然し実験を重ねるに従い，かえつて不合理な場合が多い事が判明したので1952年度実験では この処理を やめた。*Helminthosporium* 属菌では *H. Oryzae, H. sativum, H. turcicum* は北大農学部宇井格生氏より分与を受けた菌株を Potato-glucose agar 上に培養して出来た胞子を蒸溜水で懸濁して，後遠沈濃縮して実験に供した。*H. Avenae* は圃場の燕麦の病葉を採集し，一夜恒温器中のシヤーレ湿室に保ち，後病斑に形成された分生胞子を洗い出した液を遠心分離して洗滌濃縮して実験に供した。

P. Oryzae は水稲「農林20号」の病葉を採取し（但し9月以降は 節いもち）一夜湿室に 保ちたる後形成された分生胞子を洗いとり，遠沈洗滌濃縮して供試した。

磨砕汁液は次のようにして調製した。圃場より根をつけたまま掘り採つて来た植物（若し根をつけない場合は圃場で直ぐ水に挿して）の葉を洗つたのち乳鉢中で磨砕し濾紙で挟み（1950年度）又はガーゼでくるんで搾り（1951年度），この汁液を何らの処理を加えることなく供試した。汁液は搾汁後直ちに胞子に接触せしめるごとくした。これらの実験で常に注意すべきことは次の点である。即ち今寄主の汁液を A, B, C,……とし，各々に寄生する菌を α, β, γ,……とした場合，α 菌の各植物汁液中での成長順序が A>B, C, D であつたとしても，それ丈では α 菌と A 植物との特異的な寄生関係が磨砕汁液と菌との間に認められるとは言い得ないと云うことである。即ち B, C, D は如何なる菌に対しても不良な汁液であるかも知れないからである。例えば pH の不適，或は磨砕後汁液中に現れた非特異的な有毒物質の含有などによる場合などである。従つて A と α が特異的親和性を持つと結論するためには α の発芽が常に B, C……でよりは A 汁液中で良好であると同時に，且つ他の非寄生菌 β, γ……が A でより B, C……汁液中で良好な発芽をすることが証明されなければならぬ（傍線を附したる部分を「特異的親和性を認めるための条件」と呼び今後の記述に屢

々使用する)。従つて実験に供試する植物は常に実験に供し易い寄生菌を持つものでなければならない。第1表の供試材料はこの観点から選ばれた。また実験に当つては常に A, B, C, 及び α, β, γ を同一実験で供試して相互に他の組合わせの標準の役目を持たせる必要がある。本実験に於ては労力，時間の許す限りに於て，そのように努力したが，本報告では敍述に便にする爲に各々各組合わせごとに敍述し，上述の考慮は各々その説明に於て補うこととした。実験はすべて3反覆とした。

第2節　黒穗病菌及び稻熱病菌による實驗

(1)　燕麥磨碎汁液と *U. Avenae* 胞子發芽の關係

第2表に示すごとく，1950年度に行われた12回の実験を通じて，実験時期の如何を問わず，種々の条件の如何にかかわらず，燕麦汁液では常に *U. Avenae* の胞子のみが旺盛に発芽し，他の供試菌 *U. Tritici, U. nuda, U. Zeae* は殆んど発芽しなかつた。これら3菌はこれと同時に行われた燕麦以外の植物汁液中では燕麦汁液より良好に発芽することが出来た(別項の表参照)。次に問題となることは *U. Avenae* は常に旺盛な発芽をして，他の植物汁液中でも燕麦に於けると同様に発芽するのではないかと云う点である。第3表によれば *U. Avenae* は一般に燕麦に於て最も発芽良好である。即ち統計的に確実に発芽最良であることが確められた汁液（表中太字で示したもの）は常に燕麦の汁液であつた。この表で統計的に最良である汁液が見出されなかつた実験では，一般に予浸実験を含めた発芽時間が長い事が見られる。これらの諸実験から燕麦の磨砕汁液は *U. Avenae* 以外の供試菌に対しては強く抑制的に働く（抑制作用であることの証明は第2報で述べる）事が明らかであり，また *U. Avenae* は燕麦汁液で最も良好な発芽をすることが知られる。即ち燕麦の磨砕汁液と *U. Avenae* の間には「特異的親和性を認める爲の条件」を満足する関係があると結論される。この燕麦汁液の特異的性質は本節 (4) 及び第3節でも確められる。即ち供試全材料に就き成立する。

第2表　燕麥磨碎汁液中の黒穗病菌胞子發芽

Table 2　Germination of spores of *Ustilago* spp. in the extracts from oat leaves.

實驗期日	10/Ⅷ	11/Ⅷ	11/Ⅷ	17/Ⅷ	19/Ⅷ	30/Ⅷ	8/Ⅸ	13/Ⅸ	13/Ⅸ	26/Ⅹ	31/Ⅹ	10/Ⅺ
平均發芽率												
U. Zeae	0	0	0	0.95	0.27	—	—	—	—	—	—	—
U. Tritici	0	—	—	1.82	0.98	1.13	12.23	1.69	0	0.53	0.31	4.97
U. nuda	0.23	—	—	0	0.83	5.16	1.72	0.47	0	0.83	0.27	2.37
U. Avenae	42.80	57.97	19.46	55.11	94.33	44.65	13.01	4.65	12.26	69.58	37.68	60.28
平均發芽管長 (μ)												
U. Zeae	0	0	0	0.07	0.05	—	—	—	—	—	—	—
U. Tritici	0	—	—	0.23	0.10	0.19	2.36	0.44	0	0.04	0.02	0.47
U. nuda	0.17	—	—	0	0.13	0.08	0.34	0.06	0	0.06	0.02	0.39
U. Avenae	8.84	12.78	4.99	13.08	24.49	6.99	3.30	0.75	2.47	15.81	8.53	14.86
備考	品種ビクトリー1號，胞子豫浸時間7時間 發芽溫度(Ca, 27°C) 發芽時間17時間	品種ビクトリー1號，葉數2葉に達した稚苗の葉 發芽溫度(Ca, 27°C)	品種ビクトリー1號，葉數6葉に達したものの老葉を用う 發芽溫度(Ca, 27°C)	品種ビクトリー1號，若苗8時間豫浸 發芽時間16時間 溫度25～26°C	品種ビクトリー1號，若葉 左と同	品種改良裸燕麥，若苗 胞子豫浸7時間(24°C) 發芽時間中溫度(22-25°C) 發芽時間15時間	品種ビクトリー1號若苗豫浸8時間 發芽溫度(26°C) 發芽時間15時間	品種ビクトリー1號若苗豫浸9時間 發芽開始後5時間で觀察 發芽溫度20～21°C	左同 發芽後10時間で觀察	品種ビクトリー1號若苗豫浸7時間(26°C) 發芽溫度(26°C) 發芽時間17時間	品種ビクトリー1號 豫浸8時間(26°C) 發芽溫度(26°C) 發芽時間16時間	品種ビクトリー1號 豫浸7時間(26°C) 發芽溫度(26°C) 發芽時間17時間

第3表　寄主，非寄主植物磨碎汁液中の *U. Avenae* 胞子發芽

Table 3　Spore germination of *U. Avenae* in extracts from compatible and incompatible host plant leaves.

實驗期日	10/Ⅷ	11/Ⅷ		23/Ⅷ		13/Ⅸ		25/Ⅹ		15/Ⅺ	
實驗區別		若葉の汁液	老葉の汁液	胞子の豫浸なし	胞子7時間豫浸	胞子發芽時間5時間	胞子發芽時間10時間	胞子發芽時間5時間	胞子發芽時間10時間	胞子發芽時間5時間	胞子發芽時間10時間
平均發芽率											
小麥	27.87	39.54	70.09	79.75	89.11	0	5.29	1.65	0.22	0.18	3.38
大麥	6.97	68.63	57.20	56.58	51.35	0	20.21	2.41	0.10	3.74	4.24
玉蜀黍	33.46	60.21	62.99	85.65	75.82	0	6.44	—	—	—	—
燕麥	42.80	57.97	29.19	92.72	78.23	4.65	12.26	7.34	0.59	29.22	36.68
平均發芽管長 (μ)											
小麥	6.96	4.11	14.96	13.85	21.07	0	0.75	0.13	0.22	0.01	0.25
大麥	1.10	16.75	12.21	9.43	9.04	0	3.84	0.31	0.10	0.25	0.47
玉蜀黍	8.31	13.05	15.01	16.56	15.01	0	0.56	—	—	—	—
燕麥	8.84	12.79	7.49	**25.96**	17.10	**0.75**	2.47	**0.92**	**0.59**	**3.58**	**5.69**
發芽管長の統計的吟味	平均値の差の有意差 5.42	葉齢と種の交互作用有意義 $(t_{0.05})S_d=6.67$		$(t_{0.05})S_{\bar{d}}=8.95$		有意義	無意義	有意義 P=0.01		有意義 P=0.01	
備考	小麥：春播小麥農林29號，大麥：大樹大麥，玉蜀黍：ロングフェロー，燕麥：ビクトリー1號，他の實驗法は第2表 10/Ⅷと同	品種左と同，但し小麥：若葉，葉數2,老葉6の老成葉，大麥：若葉2,老葉6,燕麥：ビクトリー1號，若葉2.老葉6,玉蜀黍：若4，老葉，圃場の老成葉，その他の實驗法，第2表の11/Ⅷと同		品種左と同(若苗)實驗法左と同 發芽時間18時間		品種左と同(若苗)實驗法，第2表の13/Ⅸと同		大麥，細稈2號，その他左と同（若苗）發芽溫度26°C		品種左と同(若苗)發苔溫度26°C	

(2)　玉蜀黍磨碎汁液と *U. Zeae* 胞子發芽の關係

U. Zeae の胞子は採集後極めて短時日の間にその發芽力を失つたので少数の實験を行うにとどまつた。第4表によれば，玉蜀黍汁液に於ては *U. Zeae* と他種寄生菌間にその發芽程度の間の差を認め得なかつた。次に *U. Zeae* の寄主，非寄主植物磨碎汁液に於ける発芽状況を見るに第5表の如く，この場合は玉蜀黍に於て特にその發芽が良好である傾向が認められ一応 *U. Zeae* は寄主植物磨碎汁液との間に親和的な関係を持つことを示している。

第4表　玉蜀黍汁液中の黑穗病菌の發芽

Table 4　Spore germination of *Ustilago Zeae* in extracts from corn leaves.

	平均發芽率			平均發芽管長 (μ)		
實驗期日	10/Ⅷ	11/Ⅷ		10/Ⅷ	11/Ⅷ	
處理		若葉の汁液	老葉の汁液		若葉の汁液	老葉の汁液
U. Tritici	30.01	—	—	6.59	—	—
U. nuda	36.30	—	—	6.14	—	—
U. Avenae	33.46	60.21	62.98	8.31	13.05	15.01
U. Zeae	43.95	59.87	30.06	12.48	25.11	7.69

備考：　1)　第2表，第3表の 10/Ⅷ 及び 11/Ⅷ の備考參照.

2)　發芽管長の統計的吟味：意義なし.

(3)　小麥及び大麥磨碎汁液と *U. Tritici* 及び *U. nuda* 胞子發芽の關係

1950年に行つた實驗の諸結果を第6表に示した。各菌の發芽状況がスライドによつて不齊で誤差大である爲に，6實驗中，植物汁液の間の差が統計的に無意義である場合が3回あつた。意義のある場合でも平均値の差の有意義限界は極めて大きく，本實驗をもつてしては詳細な議論は不可能である。然し全實驗を通覧するに *U. Tritici*, *U. nuda* は燕麦では強く抑制せられる傾向を認め，玉蜀黍汁液中では一般に発芽良好である。小麦，大麦汁液間と *U. Tritici* と *U. nuda* の發芽状況との間には一定の傾向は認め難い。

第5表　寄主，非寄主植物磨碎汁液中の *U. Zeae* 胞子發芽

Table 5　Spore germination of *U. Zeae* in plant juice.

	平均發芽率						平均發芽管長（μ）					
實驗期日	10/Ⅷ		11/Ⅷ				10/Ⅷ		11/Ⅷ			
處理		（平均）	若葉の汁液		老葉の汁液				若葉の汁液		老葉の汁液	
小麥	15.54 20.89 10.71	15.71	35.90 10.14 32.13	26.06	67.79 61.68 16.67	48.71	3.19 3.35 2.50	3.01	5.96 1.21 6.09	4.42	26.01 6.99 2.08	11.69
大麥	0 0 0	0	0 0 0	0	0 1.72 0	0.57	0 0 0	0	0 0 0	0	0 0.13 0	0.04
燕麥	0 0 0	0	0 0 0	0	0 0 0	0	0 0 0	0	0 0 0	0	0 0 0	0
玉蜀黍	52.83 46.58 32.43	43.95	52.91 84.50 42.20	59.87	17.22 29.88 43.07	30.06	14.92 14.28 8.25	12.48	15.86 36.49 22.98	25.11	4.37 9.42 9.27	7.69

備考：第2表，第3表の 10/Ⅷ 及び 11/Ⅷ の備考參照

(4)　稻，黍及び燕麥磨碎汁液と *U. Avenae, S. manchuricum, P. Oryzae* 胞子發芽の關係

1951年に行つた實驗結果を第7表に示した。*S. manchuricum* の胞子の発芽は不齊であつたので，統計分析より除き，稻，燕麦，黍及び *U. Avenae, P. Oryzae* に就いてのみ統計的吟味を行

第7表　稻，燕麥，黍磨碎汁液中での各當該寄生菌胞子の發芽

Table 7　Percentage spore germination of *P. Oryzae, U. Avenae* and *S. manchuricum* in extracts from rice, oat and millet leaves.

磨碎植物名	稻	燕麥	黍**
P. Oryzae	69.46% (56.62)*	0.38% (2.05)	0% (0)
U. Avenae	3.37 (10.18)	28.84 (32.29)	9.19 (17.59)
S. manchuricum	0.72	4.66	5.00

註　1)　$\mathrm{Sin}^{2}\theta$ 變換を行つた數字.

2)　$(t_{0 \cdot 05})\ S\bar{d} = 7.33$

3)　稻：農林20號（開花前），燕麥：前進（7月25日播），黍：品種不詳（5月22日播），發芽溫度26～27°C，發芽時間 *P. Oryzae* 5時間，*U. Avenae, S. manchuricum* 20時間.

實驗期日 1951年8月20日.

** *Panicum miliaceum.*

つた。その結果によれば明らかに *U. Avena* は燕麦汁液でのみ良好な発芽をして稲，黍汁液では極めて不良であり，それに反して *P. Oryzae* は稲汁液で良好な発芽をして他の植物汁液では極めて不良であつた。即ち本実験の結果によれば稲，燕麦の汁液及び各当該寄生菌の間には「特異的親和性を認めるための条件」を満たす関係が存在する。全4回の同種の実験を通じて，このような顕著な特異的親和性を示した場合は3回であり，他の1回では *U. Avenae* の場合に稲と燕麦の汁液でほぼ同じ発芽状況を示した。即ち通常稲は *U. Avenae* に対して特異的な関係を示すが，条件によっては *U. Avenae* に対して発芽抑制的な傾向を示さないと結論される。このような事は燕麦汁液にはない事で，燕麦汁液は常に他の菌の発芽を抑制する。即ち稲の特異的親和性を担う物質は燕麦の場合に較べ不安定であることを推定せしめる。

第3節　*Helminthosporium* 屬菌及び稻熱病菌による實驗

第8，9，10，11表に結果を示した。*P. Oryzae* は稲汁液で最も発芽良好であり，その他の供試植物，大麦，燕麦，玉蜀黍汁液中では著しく不良で

第6表 寄主，非寄主植物磨碎汁液中の *U. Tritici, U. Nuda* 胞子發芽

Table 6 Spore germination of *U. Tritici* and *U. nuda* in plant juices.

實驗期日	2/Ⅷ		10/Ⅷ		14/Ⅷ				13/Ⅸ				11/Ⅹ		18/Ⅹ	
實驗區別	豫浸なし	7時間浸豫	同一條件で兩菌の比較		若葉汁液		老葉汁液		胞子發芽時間 5時間		胞子發芽時間 10時間		同一條件で兩菌の比較		同一條件で兩菌の比較	
供試菌	*U. Tritici*		*U. Tritici*	*U. nuda*	*U. Tritici*	*U. nuda*	*U. Tritici*	*U. nuda*	*U. Tritici*	*U. nuda*	*U. Tritici*	*U. nuda*	*U. Tritici*	*U. nuda*	*U. Tritici*	*U. nuda*
平均發芽率																
小麥	18.45	65.41	11.16	23.65	23.06	2.08	10.60	0	10.09	0.81	2.31	18.45	7.38	0.25	1.12	2.75
大麥	1.05	13.29	9.98	5.23	17.50	16.98	14.14	19.06	9.15	0	14.59	1.05	8.33	0	0.73	1.01
玉蜀黍	80.85	80.15	30.02	36.30	7.02	3.98	81.27	87.52	4.52	0.42	0	0.23	—	—	—	—
燕麥	0.34	0.32	0	0.23	0	0.94	0	0	1.69	0.47	0.19	0.34	—	—	—	—
平均發芽管長 (μ)																
小麥	5.02	14.56	2.71	1.58	0.84	0.28	3.09	0	2.21	0.22	0.50	0.12	1.89	0.05	0.11	0.06
大麥	0.25	3.74	1.35	0.60	1.86	3.55	1.50	4.19	1.31	0	3.27	0.24	2.49	0	0.38	0.11
玉蜀黍	25.41	22.93	6.59	6.14	1.02	0.69	20.71	18.27	0.84	0.08	0.88	0.04	—	—	—	—
燕麥	0.07	0.06	0	0.02	0	0.11	0	0	0.44	0.06	0	0	—	—	—	—
發芽管長の統計的吟味	統計的に有意な差なし		植物汁液間に有意な差あり (P=0.01) ($t_{0.05}$)$S\bar{d}$=4.25		老若葉汁液間の差は有意 (0.05), 種間の差有意 (0.01) 菌種の差無意義 ($t_{0.05}$) $S\bar{d}$=13.82				菌の種類，種間の差有意義 ($t_{0.05}$) $S\bar{d}$=1.1				菌種間の差有意 (P=0.01) 汁液間の差無意		無意義	
備考	小麥：春播小麥農林29號，大麥：大樹大麥，玉蜀黍：ロングフェロー，燕麥：ビクトリー1號		第2表10/Ⅷ參照		供試品種，前實驗と同，實驗時の葉數は老葉は小麥：8，大麥：7，燕麥：6，玉蜀黍：8，以上の老葉．若葉は小麥：3，大麥2，燕麥：3，玉蜀黍：5，以上の全葉．豫浸時間8時間，發芽時間14時間，發芽溫度24～27°C				第2表13/Ⅸ參照				小麥：春播農林29號，大麥：細稈2號 (以上8月28日播)豫浸7時間30分，發芽時間18時間 (24°C)		前實驗と同	

第 8 表　植物磨碎汁液中に於ける各菌胞子發芽

Table 8 Percentage spore germination of *P. Oryzae*, *H. Oryzae* and *H. sativum* in the extracted plant juices.

磨碎植物名	稻	大麥	燕麥	玉蜀黍	培養液	$(t_{0.05})$ Sd
P. Oryzae	79.75 (63.50)	3.22 (10.30)	2.11 (6.45)	24.73 (29.62)	86.99 (69.55)	(10.17)
H. Oryzae	70.17 (58.09)	20.17 (25.75)	37.83 (37.90)	35.76 (36.32)	82.59 (66.83)	(19.59)
H. sativum	15.36	19.91	16.28	28.92	43.83	差は無意義

註 1) 括弧内數字は $\mathrm{Sin}^{2}\theta$ 變換

2) 供試品種，大麥：モラビア選抜系統（成熟），燕麥：ビクトリー 1 號（開花終り），玉蜀黍：ロングフェロー（6 月 5 日播 7～8 葉），稻：農林 20 號（幼穗形成始め），培養液：柄內，中野培養液。

3) 發芽溫度 24°C，發芽時間 5 時間 30 分。

4) 實驗期日 1951 年 7 月 27 日。

第 9 表　植物磨碎汁液中に於ける *Helminthosporium* 屬菌の胞子發芽率

Table 9 Percentage spore germination of *Helminthosporium* spp. in the extracted plant juices.

磨碎植物名	稻	大麥	燕麥	玉蜀黍	培養液	$(t_{0.05})$ Sd
H. Oryzae	59.99 (50.79)	21.83 (27.66)	26.37 (30.67)	40.06 (39.24)	85.69 (71.91)	(16.47)
H. sativum	46.92 (43.23)	44.35 (41.73)	44.95 (42.04)	34.96 (36.22)	22.89 (27.56)	無意義
H. Avenae	51.60 (45.92)	17.52 (23.43)	74.14 (59.54)	62.21 (52.36)	52.03 (46.24)	(16.82)
H. turcicum	45.21 (42.22)	8.44 (16.38)	9.94 (18.03)	46.85 (43.14)	40.52 (39.47)	(10.87)

註．前表の註參照，但し大麥は秋播大麥本系 12 號を春に播いて座止せるもの（山本正氏による）。
實驗期日　1951 年 8 月 2 日。

第 10 表　葡萄糖液を添加して磨碎した植物汁液中の各菌胞子發芽

Table 10 Percentage spore germination of *P. Oryzae*, *H. turcicum* and *H. Avenae* in the plant juice extracted with glucose solution.

供試菌	處理＼磨碎植物名	稻 測定胞子數	稻 發芽率	玉蜀黍 測定胞子數	玉蜀黍 發芽率	燕麥 測定胞子數	燕麥 發芽率
P. Oryzae	そのまま磨碎	470	55.59	456	2.37	421	0.17
	葡萄糖 10 % 液添加磨碎	499	82.66	494	8.30	426	0.23
	葡萄糖 30 % 液添加磨碎	439	78.73	447	28.15	362	2.46
H. turcicum	そのまま磨碎	339	22.73	367	28.62	283	2.09
	葡萄糖 10 % 液添加磨碎	395	52.14	320	46.74	333	3.23
	葡萄糖 30 % 液添加磨碎	408	63.99	474	52.58	363	4.82
H. Avenae	そのまま磨碎	384	88.88	311	87.81	364	84.80
	葡萄糖 10 % 液添加磨碎	375	87.22	386	89.76	306	81.47
	葡萄糖 30 % 液添加磨碎	385	87.36	328	90.82	318	83.69

註 1) 燕麥：ビクトリー 1 號（圃場登熟期），玉蜀黍：ロングフェロー，稻：農林 20 號（出穗期）

2) 葡萄糖液添加は次の如くした。葡萄糖液 5 c.c. を生重 5 g の細切葉に添加後磨碎してガーゼで濾過汁液をとる。

3) 發芽時間 *P. Oryzae*, *H. Avenae* は 4 時間，*H. turcicum* は 8 時間，發芽溫度 27°C。

第11表 植物磨碎汁液中の各菌胞子發芽の時間經過

Table 11 Increase of percentage spore germination in plant juice in process of time.

供試菌	發芽時間	稻 測定胞子數	稻 發芽率(%)	大麥 測定胞子數	大麥 發芽率(%)	燕麥 測定胞子數	燕麥 發芽率(%)
P. Oryzae	4	414	49.85	433	20.32	275	1.42
	7	397	62.47	321	30.86	280	7.44
	20		卌		卄		+
H. sativum	4	537	16.43 (23.50)	529	12.55 (20.35)	568	3.29 (9.29)
	7	515	15.29 (22.82)	489	13.80 (21.59)	498	16.41 (23.64)
	20		卄		卄		卄
H. Avenae	4	419	36.82	432	37.42	477	33.66
	7	450	33.73	403	35.22	454	35.68
	20		+		+		+

註 1) 統計的吟味は *H. sativum* に就いてのみ行つた。
括孤内數字は $\mathrm{Sin}^2\theta$ 變換 ($t_{0.05}$) $S_d=9.19$

2) 供試品種
燕麥……勝冠1號(7月25日播) 稻……農林20號(登熟期) 大麥……大樹大麥(7月25日播)

3) 發芽溫度 約27°C

ある。玉蜀黍ではやや発芽良好である。*H. Oryzae* も稲汁液で最も発芽良好で他の植物汁液では不良である。*H. turcicum* は燕麦，大麦汁液では発芽極めて不良で，玉蜀黍及び稲汁液で発芽良好である。*H. Avenae* は第9表では燕麦及び玉蜀黍汁液で発芽良好で大麦及び稲汁液中では劣る。第10, 11表では各植物汁液間に著しい差を認めない。*H. sativum* は第11表の4時間後の発芽で燕麦汁液での発芽が不良であつたが，それを除いては各植物汁液間に殆ど差を認めなかつた。第10表で，植物を磨砕する際に葡萄糖液を添加することにより，特異的親和性の発現が変化を受けるかどうかを調べた。*P. Oryzae* 及び *H. Turcicum* では各植物汁液を通じて糖添加によつて発芽良好となつた。また *H. Avenae* は各汁液で糖添加の影響を受けない。各菌を通じて糖添加によつて特異的親和性の変化は認められない。第11表で発芽経過を見たが，各菌を通じて時間の経過に従つて発芽が進み，発芽不良なる場合も殺菌作用を受けたのではない事が認められる。

第4節 論 議

上述諸実験を通覧するに，胞子の発芽が寄主植物の磨砕汁液中で最も良好で，非寄主植物の磨砕汁液中では不良な菌は *U. Avenae, U. Zeae, P. Oryzae, H. Oryzae* の4菌である。また寄主植物中で良好な発芽をするが，それと同じ位良好な胞子の発芽をさせる寄主以外の植物汁液が見出される菌は *H. turcicum, H. Avenae, H. sativum* の3つであつた。*U. Tritici, U. nuda* は燕麦汁液中では殆ど発芽不能であるが玉蜀黍汁液ではかえつて，寄主汁液中でより良好な発芽をする場合が多い。*S. manchuricum* では発芽不良で且つ不齊であつて結論は得られなかつた。即ち供試10菌を通じて特異的親和性の存在することを否定し得ないが例外も認められるのである。この例外を検討して見ると，この例外を惹き起す植物汁液は各菌に共通しているようである。即ち稲，玉蜀黍汁液中では比較的各菌の発芽が良好な傾向を認め，また大麦，小麦汁液は一般に発芽に対して不良であるのみならず，当該寄生菌にとつても発芽に適当でない事を認める。特に大麦，小麦の発芽阻害作用が実験毎に著しく異なる事が注目せられる。

Parker-Rhodes は小麦の磨砕汁液が磨砕後，生葉には含まれない有毒物質を，autolysis によつて生じて，小麦に寄生する銹菌の発芽を抑制

すると述べた。これが事実であるならば，この磨砕後生産される非特異的毒物により，当該寄生菌の胞子発芽を阻害して，上述のごとき例外をつくり出す可能性がある。これらは然し今後の研究で実験的検討を要する。以上を要約すれば，各寄主植物汁液は非特異的（寄生関係に関する）な一般的性質をもつていて，それが時に，特異的親和性の傾向を覆つて強く現れると考える事が出来る。

この寄主植物汁液の性質とともに菌の側の一般的性質が考慮されなければならない。即ち汁液の特異的な性質に敏感な菌と敏感でない菌があり得ると云う事である。例えば供試黒穂病菌のすべて，及び *P. Oryzae* は燕麦汁液中で強い発芽抑制を受け，*Helminthosporium* 属菌では明瞭に発芽抑制を受ける *H. Oryzae, H, turcicum* でも前記の菌程に激しい作用は受けない。また前述せる如く *U. Avenae, P. Oryzae* が各々抑制作用を受ける稲，玉蜀黍汁液中では一般に *Helminthosporium* 属菌の抑制作用は少い。即ち本報告の実験の範囲内では黒穂病菌，及び稲熱病菌は特異的抑制物質に対して敏感であり，*Helminthosporium* 属菌は敏感でないと云えるようである。

このような汁液中の発芽の良否は単に汁液の pH の如きものによる現象とは考えられない。即ち 1951 年 7 月 26 日の実験の際の汁液の pH を第 12 表に示した。キンヒドロン電極法によるものであり，蛋白誤差をまぬかれないが，一応の推論を許すものであろう。即ち各汁液は弱酸性であり，一般に胞子発芽に対する pH の影響が相等広い範囲にわたつて一定であることを考えるならば，この範囲では著しい影響を与えないと考えられる。

第 12 表　各植物汁液の pH

植物名	pH
大麥汁液	6.62
稻汁液	6.83
玉蜀黍汁液	5.83
燕麥汁液	6.22

この汁液で認められる発芽の良否が細胞中での菌絲の行動とどの程度の直接的な関係を持つているかに就いては，現在詳細な議論を行う根拠をもたないが尚次の如き 2, 3の事実がある。*P. Oryzae* は一般に玉蜀黍細胞中で良く菌絲が発育し時に小病斑を形成する事実が知られている。この事は玉蜀黍汁液中で *P. Oryzae* の発芽が比較的良好である事実と一致する。また *Helminthosporium* では宇井（1950）によれば玉蜀黍の細胞組織内に於ける *H. turcicum* 及び *H. Sativum* の菌絲の蔓延程度は殆ど差なく，また *H. Oryzae* は，玉蜀黍の組織内で上記 2 菌に劣るが，然し相当に広い範囲の細胞を侵す。また *H. sativum* は一般に比較的広く色々の植物を侵すことが知られている。これらの事実は良く，磨砕汁液中の各菌の発芽状況と一致するようである。供試植物及び供試菌のうちで最も顕著な特異的親和性を示した燕麦磨砕汁液の作用が燕麦細胞内の寄生病学的現象と同一であるかどうかに就いては証明はなく今後の研究にまたなければならぬが，供試 4 燕麦品種を通じて常に成立することから見れば，少なくもこの性質は種の特性と見るべきであろう。

以上に述べたところにより，寄主植物磨砕汁液と寄生菌の間に特別な親和関係が存在することを否定し得ないように思われるが，然し例外的な場合も多い。特異的親和性の存否に就いての結論はこれらの例外の実態が明らかにせられる迄は保留しなければならぬ。

第 5 節　摘　　要

1. 燕麦，小麦，大麦，玉蜀黍，稲及び黍の磨砕無処理汁液中で，これらに寄生する *U. Avenae, H. Avenae, U. Tritici, U. nuda, H. sativum, U. Zeae, H. turcicum, P. Oryzae, H. Oryzae, S. manchuricum* の胞子を発芽せしめて，寄生菌と寄主植物磨砕汁液の間に特別な関係があるかどうかを調べた。

2. 燕麦汁液中では *U. Tritici, U. nuda, U. Zeae, H. turcicum, P. Oryzae, H. Oryzae* の発芽は極めて不良であり，それに反して *U. Avenae, H. Avenae* の発芽は良好である。（但し *H. Avenae* はやや燕麦汁液で不良である場合が認められる）。*H. sativum* は一般には燕麦汁液中で大麦液中に較べて発芽不良な傾向を認めなかつたが，発芽時間短い場合に燕麦汁液中で不良である傾向を認めた。即ち燕麦汁液は燕麦寄生菌に対しては良

好な汁液であるが，非寄生菌7菌（*S. manchuricum* は不明）に対しては不良であると云う事が出来る。

3. *U. Avenae* は燕麦汁液中で発芽最も良好であり，すべての供試非寄主植物汁液中では不良であつた。*H. Avenae* は燕麦汁液中で良好であるが，稲，玉蜀黍汁液中でも良好な発芽をする。即ち2と3から燕麦汁液とその寄生菌特に *U. Avenae* の間には特異的な親和関係が存する。

4. *P. Oryzae* 及び *H, Oryzae* は稲汁液中で発芽最良で，非寄主植物汁液中では発芽不良である。稲汁液は非寄生菌中 *H. turcicum, H. Avenae* に対しては良好な発芽をせしめるが，*U. Avenae* はその発芽を抑制せられた。即ち稲汁液と稲寄生菌の間には一応の親和的関係が認められる。

5. *U. Zeae, H. turcicum* は玉蜀黍汁液中で良好な発芽をする。*U. Zeae* は燕麦，大麦，小麦汁液中で発芽不良であつた。*H. turcicum* は燕麦，大麦汁液中では不良であつたが稲汁液中では玉蜀黍汁液中でと同様に良好に発芽した。玉蜀黍汁液は *U. Avenae, P. Oryzae, H. Oryzae* の胞子の発芽を不良ならしめた。即ち，玉蜀黍汁液とその寄生菌間には一応の親和性を認むべきであろう。

6. 大麦及び小麦汁液は当該寄生菌に対しても発芽に不適な傾向をもち，実験毎にその発芽抑制作用が変化する。即ち大麦及び小麦汁液と *U. Tritici, U. nuda* 及び *H. sativum* の間には特別な親和的傾向を認めない。

7. 大麦及び小麦汁液と当該寄生菌の場合を除き，他の寄主，寄生菌間には特異的な親和関係を認める。即ち寄生菌の胞子発芽は当該寄主植物汁液中で良好である。この例外的な場合に就いては，その詳細を明らかにする爲に実験を続行する予定である。

引用文獻

1 Ezekiel, W. N., 1930: Studies on the nature of physiologic resistance of *Puccinia graminis tritici.* Minn. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. (cited in 11)

2 Ezekiel, W. N. and J. F. Fudge, 1938: Studies on the cause of immunity of monocotyledonous plants to phymatotrichum root rot. J. Agr. Res., 56, 773～786.

3 Forbes, I. L., 1939: Factors affecting the development of *Puccinia coronata* in Louisiana. Phytopath., 29, 659～684.

4 Greathous, G. A., 1938: Suggested role of alkaloids in plants resistant to *Phymatotrichum omnivorum.* Phytopath., 28, 592～593.

5 ———, 1939: Alkaloids from *Sanguinaria canadensis* and their influence on growth of *Phymatotrichum omnivorum.* Plant Physiol., 14, 377～380.

6 Kargopolova, M. N. N., 1936: Phenolic compounds in wheats in relationship to their resistance to *Puccinia triticina.* R. A. M., 16, 26.

7 ———, 1937: Chemical peculiarities of different species of wheat in relation to their resistance to *Puccinia triticina* Eriks. R. A. M., 16, 552.

8 Leach, J. G., 1919: The parasitism of *Puccinia graminis tritici* Erikss. and Henn. and *Puccinia graminis tritici-compacti* Stak. and Piem. Phytopath., 9, 59～88.

9 Parker-rhodes, A. F., 1939: Investigations on certain toxic substances obtained from the wheat plant which inhibit the germination of the uredospores of various wheat rusts. J. Agr. Sci., 29, 399-417.

10 坂本正幸，1951：植物における疾病抵抗性研究の動向．生物科學，3，71～78.

11 Sharvell, E. G., 1936: The nature of resistance of flax to *Melampsora Lini.* J. Agr. Res., 53, 81～127.

12 宇井格生，1950：*Helminthosporium* の寄生性とその侵入部位の磨碎汁液の抗菌性について．日植病學會北海道支部講演會，講演要旨．

13 Ward, H. M., 1902: On the relations between host and parasite in the bromes and their brown rust, *Puccinia dispersa* Erikss. Ann. Bot., 16, 233～315.

14 Wiltshire, S. P., 1915: Infection and immunity studies on the apple & pear scab fungi (*Venturia inaequalis* & *V. Pirina*). Ann. Appl. Biol., 1, 335～350.

Résumé

The present experiments were carried out to ascertain the presence or absence of affinitive

relation between the host plant juice and its compatible parasite. For this purpose, spore germination experiments were carried out with the extracts of compatible and incompatible plants. When the spores of a parasitic fungus germinated better in the extracts of compatible host plants, than in those of incompatible plants, it was confirmed that the fungus has a specific affinity to that plant juice. The methods used to obtain the plant juice were as follows. Leaves of the plant to be tested were ground in a motor, and the juice was obtained by pressing the pulp or by filtration through gauze. A drop of the green juice thus prepared was added to the concentrated spore suspension on a slide glass, and having been mixed thoroughly and spread over to a definite area, it was preserved in a moist chamber. Data on ten species of parasitic fungi and six species of host plants examined are presented in Table 1. Following results were obtained in those experimets.

1. Spores of *Ustilago Avenae* germinated better in extract of oat leaves, than in those obtained from the leaves of rice, barley, wheat, Indian corn and millet (*Panicum miliaceum*). (Tables 3, 7, 9, 10 and 11). Spores of *Helminthosporium Avenae* germinated well in extracts obtained from the leaves of oats, rice and Indian corn, but less in that of barley leaves. (Tables 9, 10 and 11). The extracts of oat leaves markedly reduced the spore germination of *Ustilago Tritici, U. nuda, U. Zeae, Piricularia Oryzae, Helminthosporium turcicum, H. Oryzae* and probably *H. Sativum*. From the results of these experiments it was concluded that a specific affinity is present between *U. Avenae* and *H. Avenae* and the extracts from oat leaves.

2. Spores of *P. Oryzae* and *H. Oryzae* germinated well in extracts obtained from leaves of rice plants, on the contrary their spore germination was inhibited markedly in the extracts obtained from the incompatible host plants such as oats, barley, Indian corn and millet (Tables 7, 8, 9, 10 and 11). The juice of rice plants was also favourable to spore germination of *H. turcicum* and *H. Avenae*, but it reduced the spore germination of *U. Avenae* significantly (Table 7). Thus it appears that a specific affinity exists between the extract from rice plants and *P. Oryzae* and *H. Oryzae*.

3. Spores of *U. Zeae* and *H. turcicum* germinated well in extracts from the leaves of Indian corn (Tables 5, 9 and 10), while the spore germination of *U. Zeae* was reduced in wheat extracts and inhibited almost entirely in extracts from oat and barley leaves (Table 5). Spores of *H. turcicum* germinated as well in extract from rice leaves as in that from the leaves of Indian corn, the host plant, but they germinated less profusely in extracts from oat and barley leaves (Tables 9 and 10). Extract obtained from Indian corn leaves were comparatively favourable to the spore germination of all the fungi tested in the present experiments, but not to that of *P. Oryzae, H. Oryzae* and *U. Avenae* (Tables 4, 6, 8, 9 and 10). It is assumable from the results of the experiments that a specific affinity exists between the extracts obtained from corn leaves and *U. Zeae* and *H. turcicum* in relation to the spore germination.

4. It was found that extracts from barley and wheat leaves retarded irregularly the germination of the spores of fungi examined. These extracts were frequently toxic also to the spores of *U. Tritici* and *U. nuda*. The works of PARKER-RHODES (1939) throw light on this problem. He stated that a toxic substance is present in the triturated tissues of wheat plants which have been permitted to undergo some autolysis, and this substance is absent in the living cells. The toxicity of this substance to rust fungi is by no means universal, whether the rust be one capable of parasitizing the plant in question or not. It is possible that non-specific toxic substances

contained in the extracts from wheat and barley leaves may complicate the specific affinity between host plant extracts and parasites. This speculation needs experimental confirmation.

5. It seems that spores of the species of *Ustilago* tested in these experiments and of ***P. Oryzae*** are sensitive to the extracts obtained from incompatible host-plant leaves, but those of *Helminthosporium* tested are less sensitive in relation to the germination.

6. In the results of the present experiments specific affinities are frequently conceivable between the extracts from host-plant leaves and fungi parasitizing the plants, but several adverse or indecisive phenomena were also found in reality. More profound and detailed experimental investigations will be required for a general solution of this problem.

北海道に於ける十字花科植物のバイラス病
第1報　莖立菜のモザイク病

田　中　一　郎*　大　島　信　行**

STUDIES ON THE VIRUS DISEASES OF CRUCIFERS IN HOKKAIDO.
I. A MOSAIC DISEASE OF KUKITACHINA
(*BRASSICA CAMPESTRIS* L.)

By Ichiro TANAKA and Nobuyuki OSHIMA

緒　言

最近北海道に於て十字花科蔬菜にモザイク病の発生著しく，特に道南部に於ける大野紅かぶ及び大根の被害は大きい。札幌近郊に於ても大根，かぶ，白菜，体菜，茎立菜，水菜及びわさび大根等にモザイク病の発生が見られる。我が国に於て十字花科植物のバイラス病は早くから注意せられたが，最近はこれ等に関し数種のバイラスが研究報告されつつある。然るに北海道に於ては未だ之に関する報告がない。著者等は北海道の十字花科植物のバイラス病が如何なるバライスによつて惹起されるか，その種類，伝染方法及び性質等を調査し，これが防除対策を確立せんとしてこの研究を開始した。実験は既に数年前に着手したが色々な都合上充分な研究は出来なかつた。然し今年迄に得られた結果から推察すれば本道にも十字花科植物に病原性ある数種のバイラスが存在するようである。之等については順次発表することとし，今回は第1報として茎立菜（*Brassica campestris* L.）のモザイク病について 1951 年に研究した処を報告する。

本研究に當り種々御教示を賜つた福士貞吉教授並に村山大記助教授に深く感謝の意を表する。

研　究　史

十字花科植物のバイラス病は，例へば Turnip Yellow Mosaic の如く著しく性質の異つたものから，性質の非常に似かよつたものまで 20 種以上のものが報告された。研究も廣汎な寄主範圍の調査から最近では血清學，電子顯微鏡による研究がなされ，寄主のゲノム構成と抵抗性の相關等も追究されつつある。本論文は北海道に於ける十字花科植物バイラス病研究の第1報として最初に既往の研究の概觀を述べる。

十字花科植物のバイラス病に關する實驗は最初 GARDNER & KENDRICK (1921) によつて行われた。彼等はかぶのモザイク病が汁液接種によりかぶからかぶに傳染することを報じた。このバイラスは大根には傳染しなかつた。これと同年 SCHULTZ は白菜，芥菜及びかぶに發生するモザイク病が汁液及び蚜蟲の媒介により傳染することを證明した。その後 GRAM (1925), CLAYTON (1930), DANA & MCWHORTER (1932), SMITH (1935), HOGGAN & JOHNSON (1935), BLANK (1935) 及び CHAMBERLAIN (1939) 等により種々なる十字花科蔬菜のバイラス病が各地から報告された。又 PAPE (1935), KAUFMAN (1936, 1939) 及び KAUFMAN & BÜHL (1941) 等は獨乙の菜種のモザイク病について報告した。PAPE によればこのバイラスは *Lygus pratensis*（ミドリメクラガメ）によつて媒介される。而して後に KAUFMAN & BÜHL により蚜蟲によつても媒介されることが明かとなつた。又 TOMPKINS 等は 1937 年より 39 年に亙り，甘藍 black ring 病及び花椰菜，白菜，ストック，かぶ及び大根等のモザイク病について詳細な研究を行つた。LARSON & WALKER は 1939 年甘藍のモザイク病について報じ，1941 年には甘藍 Ring Necrosis なる病害を報告した。支那に於ては LING & YANG (1940) が洋種菜種のモザイク病の研究を報告した。LEBEAU & WALKER (1945) はアメリカ合衆國ウイスコンシン州の MADISON 及び BATON ROUGE に於てモザイク病のか

*　病理昆蟲部　　**　同病理研究室

ぶから4種のバイラスを分離し，これ等が何れも Turnip virus I の系統バイラスであるとした。Turnip virus I とは 1935 年 HOGGAN & JOHNSON により報告されたバイラスのことである。又 WALKER, LEBEAU & POUND (1945) は WISCONSIN に於て甘藍のモザイク病が Cabbage Virus A 及び B なる2種のバイラスによつて起ることを報告した。この A バイラスは Cabbage black ring 及び Cabbage ring necrosis 等のバイラスと共に Turnip Virus I 群のバイラスであり，B バイラスはブロッコリーモザイク病バイラス (CALDWELL & PRENTICE, 1942) と共に TOMPKINS の花椰菜モザイク病バイラスの系統バイラスなることを示唆した。彼等は後者を Cauliflower Virus I とした。POUND & WALKER (1945 a) は病徴發現とその適温の關係からバイラスの分類を試み Turnip Virus I 群バイラスは高温で，Cauliflower Virus I 群のものは低温で病徴よく發現し，夫々不適當な温度では病徴が隱蔽されることを報じ，前者に他の著者等の發表した 14 のバイラスを，後者に 4 バイラスを屬さしめた。又 POUND & WALKER (1945 b) は Cabbage Virus A 及び B の植物體内濃度が前者は高温に於て後者は低温に於て高いことを報じた。POUND (1947) は甘藍モザイク病に對する甘藍の品種間差異について報告した。DALE (1948) は TRINIDAD に發生した十字花科植物のバイラス病について報じたがこのバイラスも Turnip Virus I 群に屬すると云ふ。POUND & WALKER (1949) は十字花科植物に寄生する胡瓜モザイクバイラスの2系統バイラスについて報じた。これ等は多くの十字花科植物に感染するが重要な病徴は生じないと云ふ。TAKAHASHI (1949) は *Brassica nigra* に發生したバイラスの寄主範圍，粒子の大きさ（電子顯微鏡，$12\times700\ m\mu$）及び寄主のゲノム構成と病徴の關係を報じた。POUND (1949) はモザイク病罹病わさび大根が温度により植物體内に於けるバイラスの濃度及び葉形を變ずることを報じた。LARSON, MATTHEWS & WALKER (1950) は Turnip Virus I 群バイラスが沈降反應によつて生ずる沈澱のタイプ (open flocculent "H" type) 及び電子顯微鏡で見られる粒子の型（桿狀）に於て相類似することを報じた。SEVERIN & TOMPKINS (1950 a) は大根モザイク病が大根につく蚜蟲以外の8種の蚜蟲によつても媒介されることを證明した。又彼等 (1950 b) はストックの Severe mosaic virus と蚜蟲の關係について報告した。JENKINSON & JONES (1951) は花椰菜モザイクバイラスの防除法について報告した。この間英國に於て SMITH & MARKHAM (1946) は Turnip Yellow Mosaic Virus を正八面體の結晶として取出したが，その後このバイラスについて多くの研究が報告された。MARKHAM, MATTHEWS & SMITH (1948) は罹病植物から2種の蛋白質を分離した。其一は核蛋白質で病原性を持つて居るが他は核酸を含まず毒性がない。後者の抗元性は核蛋白より著しく少いが同一抗元性を有する。之等の事實から MARKHAM & SMITH (1949) はこのバイラス粒子中で核酸が蛋白によつて周圍を取りかこまれて居る事を示唆して居る。COSSLETT & MARKHAM (1948) は電子顯微鏡によりこのバイラスが結晶の中でダイアモンド型格子に配列され，粒子は徑 $22\ m\mu$ なることを報じた。又 BERNAL & CARLISLE (1948) はこのバイラス粒子は濕つた結晶中ではその表面に 11 Å の厚さの水の層を有することを報告した。MARKHAM, MATHEWS & SMITH (1948), MARKHAM & SMITH (1949) はこのバイラスが咀嚼口を有する5種の昆蟲によつて媒介されることを報告した。これはこのバイラスの著しい特徴である。MARKHAM & SMITH (1949) はこのバイラスの等電位點が pH 3.7 なることを報告した。

我が國に於ては十字花科植物のモザイク病は古くは瀧元 (1930)，福士 (1932) 及び日野 (1933) により記載された。又，田中 (1940) は靜岡縣に於ける大根モザイク病の病徴，發生の品種間差異，及び發生時期について報じ，内藤 (1942) は滿洲に於ける大根モザイク病について報告した。熊本農事試驗場に於ては 1931 年より 35 年に亙り大根モザイク病に對する抵抗性の品種間差異，土壤消毒，苗及び種子消毒のモザイク病發生に及ぼす影響について試驗した。これによれば「美濃早生」最も强く，「聖護院」之に次ぎ，「宮重」が最も弱い。又土壤，苗及び種子の消毒は效果がない。その後，石山・三澤 (1943) は大根萎縮病について詳細な研究を行つた。又，日野・半田・鳥井 (1943) は大根モザイク病が煙草を發病せしめることを報じた。日野・道家 (1943) は大根モザイク病バイラスを接種した煙草を解剖學的に研究し，X體の存在を報告した。明日山・葛西 (1950) はコマツナのモザイク病バイラスの一般的性質を明かにし，血淸學的にこのバイラスが石山・三澤等の大根萎縮病のバイラスと近緣種なることを明かにした。吉井 (1951) は西日本に於ける十字花科蔬菜に發生するモザイク病を研究し，この病原バイラスが Turnip Virus I の一系統なることを報告した。更に土居・小室・輿良・明日山 (1950) は東京近郊に於ける十字花科植物のバイラス病が寄主範圍上から5群に分れる事を報告し，奥浦 (1950) は胡瓜モザイク病バイラスをかぶ及び大根から分離し得た事を報告した。又大根モザイク病と媒介蚜蟲の關係並びに該病の機械的傳染方法が葛西 (1949, 1950) 及び葛西・明日山 (1950) により研究報告された。又白濱 (1949) 及び白濱・本橋 (1951) は大根モザイク病發生と蚜蟲の繁生消長の關係を研究し更に白濱 (1951) はその防除法

について報告した。又樋浦・永田（1948 a, 1948 b）及び永田・樋浦（1950）は大根モザイク病罹病植物の病理化學的研究を發表した。森・高田（1950）は *Brassica* 屬植物のゲノム構成と大根モザイク病に對する抵抗性の關係について報告した。

莖立菜モザイク病の病徵

北海道に於て莖立菜は 9 月上旬播種され次年春に採取される。札幌附近に於てモザイク病罹病植物の病徵は秋季にはあまり見られない。又融雪直後にも明かでないが，気温が上昇を始める 5 月中旬頃から植物の伸長と共に次第に顕著となる。参考の為に今年の気温の状態を示すと第 1 図の通りである。これによれば平均気温は 5 月中旬から下旬にかけ 11°C から 16°C 迄上昇して居る。罹病植物は最初葉脈透明（葉脈部が黄色となり明示される病徵）を示すが次第に濃緑部と淡黄色部よりなる粗い斑紋に変化する。罹病植物は萎縮し，葉の濃緑部は時に凸出し葉縁は波状を呈する。斯様な罹病植物汁液を健全植物にガラス室内で接種すれば 10～15 日で発病し，最初葉脈が透明となり次いで黄色の網目となつて現れ，若葉には淡黄色小斑を生ずるがこれは次第に前述の野外に於ける病徵と同様の斑紋に変化する。これ等は，褪緑部，脈側緑帯及び凸出した濃緑部等よりなる（第 2 圖參照）。9 月下旬以後は接種しても感染率悪く潜伏期間も長くなる。当時のガラス室の温度は第 1 図に示す通りで平均気温は 9 月下旬から 10 月上旬にかけて 21°C から 19.5°C 迄低下して居る。又病徵は寒冷になるに従い隠蔽する。高温は斯る傾向を生ぜず，夏期にはガラス室の温度が 40°C 以上に上昇したが病徵が隠蔽されることはなかつた。以下に述べる実験は総てガラス室で行つた。

第 1 圖　Ⅲ月～Ⅹ月旬毎の平均氣溫

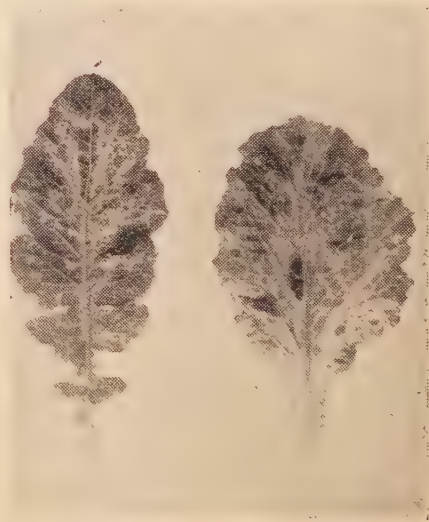
Fig. 1　Mean temperature of every ten days from April to October.

第 2 圖　モザイク病莖立菜葉

Fig. 2　Leaves of Kukitachina, *Brassica campestris* infected with mosaic disease.

莖立菜モザイク病バイラスの寄主範圍

實驗方法　供試植物は予め鉢に播種し，後に 3～5 寸鉢に移植し，出来るだけ幼苗を用いるようにした。又往々生育をよくする為に硫安を施与した。接種源は罹病葉汁液を使用し接種法は総てカーボランダム法によつた。罹病株は札幌市内及び農業試験場圃場（琴似町）から採集した。接種植物は無接種対照植物と共に少くとも 19 日間観察し，保毒の有無は莖立菜又は宮重大根に逆接種して調べた。実験は殆んど 5～9 月の間に行つたが 8 月中に一時ガラス室の温度が甚しく上昇した為接種を中止した。10 月にも僅かの実験を行つたがあまり良い結果は得られなかつた。この頃には罹病株の病徵も隠蔽し始めた。之に反し高温では隠蔽現象は起らなかつた。実験中の温度は第 1 図の如くである。

實驗結果　病徵は多くの植物で初期に葉脈が透明となり次いで濃緑部と褪緑部よりなる斑紋或は葉脈に沿い濃緑帯を生ずるが時には葉脈上の黄緑色斑点のみにとどまつた。又「大野紅かぶ」は接

種葉上に黄緑色円形斑点を生じた。春蒔結球白菜及び寄居蕪菁では比較的老葉に灰褐色のリング状或は稲妻状の細い線状壊疽を生じたが他の寄主には見られなかつた。この白菜は他に殆んど病徴を示さなかつた。実験に供した寄主のうち，かぶ，宮重大根，縮緬大高菜及び小松菜は感受性高く，ルタバカ，二十日大根，山東菜，〃白菜，ナズナ及び体菜の病徴は軽微なもので特に二十日大根，山東菜及び春蒔結球白菜等は保毒植物と称すべきかも知れない。百日草の病徴は特に顕著ではないが花弁にも明瞭な斑入が認められた。ほうれんそうは最初の実験ではひどい病徴を生じたが同一種でも後の場合には接種が起らなかつた。このほうれんそうは残念乍ら品種名が明かでなかつた。又「ビロフレー」品種の病徴は前者に比して軽症であつたがこれには気温低下の影響があつたかも知れない。以上の結果からこの寄主については再検討が必要と思われる。実験結果を綜合表示すれば第1表の通りである。

第 1 表　汁液による接種試験結果

Table 1　Results of mechanical inoculation by rubbing extracts of diseased plants on to various kinds of plants.

接種年月日	接種植物		感染植物		逆の接種結果
	名	個體數	病徴	發病數	
感受性植物					
十字花科 Cruciferae					
1951 Ⅴ—16	ルタバカ *Brassica campestris* var. *napobrassica*	5	淡黄色斑紋	1	
Ⅵ— 5	〃	4	なし	0	
Ⅶ—21	〃	6	〃	0	
Ⅸ— 3	〃	6	若葉に淡黄色斑紋	2	
Ⅴ—22	大野紅カブ *B. rapa*	3	接種葉に黄緑色圓形斑點，葉脈透明，斑紋，濃緑部は火ぶくれ狀	2	
Ⅴ—30	寄居カブ *B. rapa*	6	葉脈透明，斑紋，濃緑部隆起，罹病初期に1株灰白色壞疽	6	
Ⅵ— 5	小松菜 *B. rapa* var. *Komatsuna*	6	葉脈透明，斑紋，濃緑部は火ぶくれ狀	6	
Ⅵ— 5	松島白菜 *B. pekinensis*	5	葉脈透明，斑紋	2	
Ⅴ— 9	春蒔結球白菜 *B. pekinensis*	2	なし	0	
Ⅴ—30	〃	3	灰白色リング狀又は脈に沿ふ線狀壞疽	3	2/6*
Ⅴ— 9	山東菜 *B. pekinensis* var. *dentata*	3	葉脈透明，後幽かな脈側線帶	3	
Ⅵ—20	〃	5	葉脈透明	2	
Ⅴ— 9	縮緬大高菜 *B. juncea*	5	葉脈透明，斑紋	5	
Ⅴ— 9	千筋水菜 *B. japonica*	4	葉脈上に黄色斑點	1	
Ⅴ—22	〃	3	葉脈透明，斑紋	3	
Ⅴ— 9	體菜 *B. chinensis*	3	なし	0	
Ⅵ— 5	〃	6	葉脈透明	1	
Ⅵ—19	〃	5	なし	0	
Ⅶ—21	〃	5	葉脈透明，斑紋	5	
Ⅴ— 9	二十日大根 *Raphanus sativus*	5	葉脈透明，斑紋	1	
Ⅴ—22	〃	5	なし	0	0/5
Ⅴ— 7	宮重大根 *Raphanus sativus* var. *longipinnatus*	5	葉脈透明，斑紋	4	
Ⅴ—22	〃	5	〃	2	
Ⅴ—22	時なし大根 *Raphanus sativus* var. *longipinnatus*	4	〃	4	
Ⅴ—28	〃	6	〃	4	
Ⅴ— 9	ナズナ *Capsella Bursa-pastoris*	2	葉脈透明	1	
Ⅴ—22	〃	3	〃	2	
茄科 Solanaceae					
Ⅴ—28	ツクバネアサガホ *Petunia hybrida*	6	葉脈上に黄色斑點	3	4/6
菊科 Compositae					
Ⅵ—23	大葉新菊 *Chrysanthemum coronarium*	2	斑紋	2	
Ⅶ— 2	〃	8	〃	2	
Ⅴ—30	百日草 *Zinnia elegans*	5	葉脈透明，脈側線帶，斑紋	5	5/5
Ⅵ—12	〃	8	斑紋	1	

接種年月日	接種植物 名	個體數	感染植物 病徵	發病數	逆の接種結果
	藜科 Chenopodiaceae				
V—28	ホウレンサウ（品種不明）*Spinacia oleracea*	6	黄色斑點，葉脈に沿い黄緑色斑紋	4	
VI—5	〃	6	なし	0	
IX—20	ホウレンサウ（品種ビロフレー）*Spinacia oleracea*	6	葉脈透明，脈上黄色微小紋點	2	
V—9	アカザ *Chenopodium album*	5	赤褐色微小斑點（接種葉上）	5	
	非感受性植物				
	十字花科 Cruciferae				
V—28	早生甘藍 *Brassica oleracea* var. *capitata*	5	なし	0	0/5
VI—5	〃	6	〃	0	1/5**
IX—3	甘藍（品種，サクセッション）*B. oleracea* var. *capitata*	5	〃	0	0/6
	茄科 Solanaceae				
VI—5	シロバナヤウシュチヨウセンアサガホ *Datura Stramonium*	6	なし	0	
VI—7	〃	6	〃	0	
VI—12	茄子 *Solanum melongena*	6	〃	0	
VI—5	イヌホウズキ *S. nigrum*	5	〃	0	
V—9	馬鈴薯（農林2號實生）*S. tuberosum*	3	〃	0	0/6
V—22	トマト（品種，マーグローブ）*Lycopersicum esculentum*	5	〃	0	0/5
V—28	〃	6	〃	0	0/6
V—28	ホウズキ *Physalis Francheti*	6	〃	0	
VI—5	煙草（品種ホワイトバーレー）*Nicotiana tabacum*	6	〃	0	
VI—23	*N. sylvestis*	4	〃	0	
V—22	〃	3	〃	0	
VI—19	*N. glutinosa*	3	〃	0	
VI—30	〃	6	〃	0	
V—22	*N. glauca*	3	〃	0	
	菊科 Compositae				
VI—19	ダーリア（實生）*Dahlia variabilis*	6	なし	0	
VI—19	アスター（ボンボンアスター）*Callistephus chinensis*	5	〃	0	
	藜科 Chenopodiaceae				
V—28	砂糖大根 *Beta vulgaris* var. *rapacea*	9	なし	0	
VI—5	〃	5	〃	0	
VI—19	〃	8	〃	0	
VI—28	〃	14	〃	0	
	荳科 Leguminosae				
VI—5	ルピナス *Lupinus* sp.	4	なし	0	0/6
VIII—3	〃	4	〃	0	
VI—19	ササゲ *Vigna sesquipedalis*	5	〃	0	
	禾本科 Graminaceae				
	トウキビ（品種，ロングフエロー）*Zea mays*	5	なし	0	0/5
	胡蘆科 Cucurbitaceae				
VI—7	胡瓜（品種，加賀節成胡瓜）*Cucumis sativus*	6	なし	0	
VI—19	〃	5	〃	0	
	鴨跖草科 Commelinaceae				
V—9	ツユクサ *Commelina communis*	5	なし	0	0/5
	鳳仙花科 Balsaminaceae				
VI—5	ホウセンクワ *Impatiens Balsamina*	6	なし	0	0/6
V—28	〃	6	〃	0	0/5

* 分母：接種株數　分子：感染株數
** 恐らく他から感染が起つたものと思われる。

蚜蟲による接種試驗

實驗方法　十字花科植物上に寄生する3種の蚜虫，モモアカアブラムシ，ダイコンアブラムシ及

びニセダイコンアブラムシを無病徴の植物から採集し供試した。蚜虫は予め4時間饑餓状態に置いた後，3～10分罹病茎立菜葉上に放飼し，5匹宛健全植物上に移し，此の上で1日放飼して硫酸ニコチン液を噴霧し殺虫した。罹病株上の放飼時間は上述の如くであるが健全供試植物に蚜虫を移し終る迄の全所要時間は 20～30 分であつた。供試植物は本葉 2～3 枚を有する茎立菜で，これを1鉢に3株宛移植して使用した。尚対照として蚜虫を饑餓後直ちに健全植物に移し経過を観察した。蚜虫は総て水に湿した毛筆を以て取扱つた。

實驗結果　接種試験の結果は第2表の如くである。バイラス媒介能力はダイコンアブラムシが僅かに劣る様に思われるが今迄の実験範囲からは，はつきりした結論は下されない。対照区には全く発病を見なかつた。

第2表　蚜蟲による接種試驗結果

Table 2　Transmission of Kukitachina-mosaic virus by aphids.

接種年月日	蚜蟲名	接種源上放飼時間	接種植物上放飼時間	感染植物	
				病徴	感染株數/接種株數
1951 IX—4	モモアカアブラムシ *Myzus persicae*	5～20 分	1 日	葉脈透明及び斑紋	6/6
	〃 (對照)	0	1	なし	0/6
VIII—15	ダイコンアブラムシ *Brevicoryne brassicae*	10～25	1	葉脈透明及び斑紋	4/6
	〃 (對照)	0	1	なし	0/6
IX—3	ダイコンアブラムシ *Brevicoryne brassicae*	10～25	1	葉脈透明及び斑紋	4/6
	〃 (對照)	0	1	なし	0/6
VIII—17	ニセダイコンアブラムシ *Rhopalosiphum pseudobrassicae*	10～30	1	葉脈透明及び斑紋	4/6
	〃 (對照)	0	1	なし	0/6
IX—4	ニセダイコンアブラムシ *Rhopalosiphum pseudobrassicae*	5～20	1	葉脈透明及び斑紋	5/6
	〃 (對照)	0	1	なし	0/6

物理化學的性質

1)　耐稀釋性

實驗方法　モザイク病罹病茎立菜葉を乳鉢で磨砕し，ガーゼにて搾り，得た汁液を再蒸溜水を以て処定の倍率に稀釈し，茎立菜の幼苗に接種して耐稀釈限度を調査した。接種法はカーボランダム法，苗は1鉢に本葉 3～4 枚出たものを3株宛移植して使用した。観察期間は接種後 19～20 日，実験中の気温については第1図参照。

實驗結果　感染力は 1,000 倍稀釈で著しく衰え，3,000 倍では多くの場合全く消失する。しかし実験2では 3,000 倍でも尚感染力を有した。従つて此のバイラスは 3,000～3,500 倍稀釈で感染力を失うものと思われる(第3表参照)。

第3表　耐稀釋性試驗結果

Table 3　Tolerance to dilution.

實驗番號	接種年月日＼稀釋度	對照	1:10	1:50	1:100	1:200	1:500	1:700	1:1000	1:2000	1:3000	1:3500	1:4000	1:5000
1	1951 V—7	6/6*	3/3		2/3				1/6	0/6	0/6			0/6
2	V—16	6/6	6/6		6/6				3/6	4/6	2/6			0/6
3	V—22	6/6	5/6	6/6	5/6	4/6	5/6	5/6	2/6					
4	VI—7	4/4							1/6		0/6	0/6	0/6	
5	VII—4	3/3								0/6	0/6	0/6	0/6	

* 分母：接種株數　　分子：感染株數

2)　耐熱性

實驗方法　70×6 mm (管壁厚，約1 mm) のガラス管にモザイク病罹病茎立菜汁液を入れ両端をゴム栓にて塞ぎ Water bath 中で処定温度に保ちつつ処定時間加熱し，直ちに水道水にて冷却し，速やかに接種を行つた。供試植物及び接種法は前実験と同じ。観察期間は 20日 (実験4では 25 日) 間，実験中の気温は第1図に示す通りである。

實驗結果　実験結果は第4表に示す通りである。これによれば本バイラスは 55°C で殆んど不活性化し 60°C では多くの場合全く毒力を消失する。しかし実験2では 60°C でも尚感染が起つ

第4表　耐熱性試驗結果

Table 4　Thermal inactivation.

實驗番號	接種年月日＼溫度(°C)	對照	40	50	55	60	65	70
1	1951, V—10	4/4*	4/4	3/4		0/4		0/4
2	V—31	5/6		6/6	2/6	0/6		
3	VI—20	6/6		4/6	1/6	2/6	0/6	
4	IX—25	4/6		1/6	0/6	0/6	0/6	

* 分母：接種株數　　分子：感染株數

た。從つて此のバイラスは 60〜65°C で不活性化するものと思われる。尙實驗 4 では 55°C で既に感染が起らなかつたが，これは植物の感受性が衰えた為と思われる。9 月下旬から 10 月中旬にかけて平均気温は 21°C から 19°C 迄低下して居る。

3）耐老化性

實驗方法　殺菌試驗管にモザイク病茎立菜汁液を入れ，綿栓して室内（約 15〜20°C）に保存し，処定日数経過後，これを茎立菜に接種し不活性化程度を調査した。供試苗の状態，接種法等は前試驗と同じ。観察期間は少くとも 20 日間行つたが實驗 3 では 10 日目以後のものは潜伏期間が低温で延長する様に思われたので約 1 カ月観察した。實驗中の気温は第 1 図の通りである。

實驗結果　結果は第 5 表の如くで，實驗 1 及び 3 からこのバイラスは 4 日目には著しく毒力を減ずることが分る。實驗 2 の結果については疑問の点があるので，このバイラスは少くとも 6 日間は毒力を保持するが，それ以後何日目に不活性化するか正確に結論する事は出来なかつた。第 3 回目の場合は気温低下の為植物の感受性が減退していたものと推定され，更に實驗を繰返せば毒力保持期間はもつと延長するものと思われる。耐老化性については再試驗を行うつもりである。

第 5 表　耐老化性試驗結果

Table 5　Resistance to ageing.

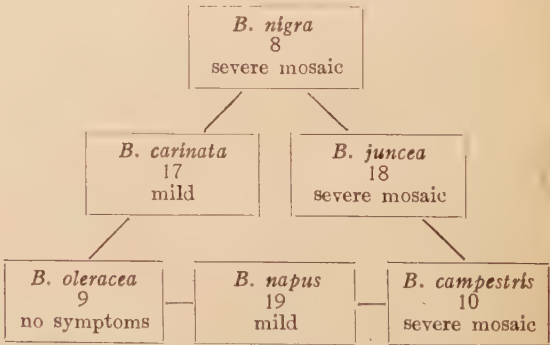
實驗番號	接種年月日 ＼ 老化期間（日）	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1951，Ⅵ—9〜Ⅵ—23	6/6*	4/6	6/6	5/6	2/6											
2	Ⅶ—4〜Ⅶ—13	3/3	3/3	3/3	2/3	3/3	2/3	3/3	1/3		3/3						
3	Ⅸ—18〜Ⅹ—3	5/6	1/6	3/6	2/6	1/6	1/6	1/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	1/6**	0/6	0/6	0/6

*　分母：接穉株數　　分子：感染株數

**　他から感染が起つたものと思われる。

論　　議

茎立菜モザイク病のバイラスは茎立菜が越冬作物であること，十字花科植物に寄生する 3 種の蚜虫，モモアカアブラムシ，ニセダイコンアブラムシ及びダイコンアブラムシによつて簡単に媒介されること及び広い寄主範囲を有することから重要な病原バイラスと思われる。今此のバイラスと欧米で発表されたバイラスを比較の為に表示すると第 6 表の通りである。

POUND & WALKER (1945 a) が十字花科蔬菜に発生する数種のバイラスを Turnip Virus 1 群と Cauliflower virus 1 群に分類したことは既に研究史で述べたが氏等が前者に含めた 14 のバイラスは表中の 8 及び 13 を除いた 1〜15 まで及び 25 のバイラスで，後者に含めた 4 バイラスは表中の 8 及び 16〜18 までのバイラスである。LARSON, MATTHEWS & WALKER (1950) は血清反応と電子顕微鏡による観察から Turnip virus 1 群のバイラスが紐状粒子であることを証明した。また TAKAHASHI (1949) は寄主植物のゲノム構成と感受性の関係について論じ，*Brassica nigra* に発生するモザイク病とその寄主の病徴が第 3 図の如き関係にあることを示した。図中の数字は染色体数である。これによれば甘藍に由来するゲノムが入つて居る異質 4 倍体 *B. carinata* 及び *B. napus* は抵抗性が強い。之と同様な関係が森 & 高田

第 3 圖　*Brassica nigra* のモザイク病バイラスと寄主のゲノム構成との關係

（W. N. TAKAHASHI, 1949）

Fig. 3　Relation between Brassica nigra virus and genomic constitution of its hosts showed by W. N. TAKAHASHI (1949).

第 6 表　十字花科植物バイラス比較表

Table 6 Properties of Kukitachina mosaic virus compared with those recorded for other crucifer viruses.

バイラス名	著者名	次の處理により不活性化を起す點			*Brassica rapa*	*B. campestris*	*B. pekinensis*	*B. oleracea* var. *capitata*	*B. oleracea* var. *botrytis*	*B. napus*	*Raphanus sativus*	*Capsella bursa-pastoris*	*Nicotiana tabacum*	*N. glutinosa*	*Petunia hybrida*	*Chrysanthemum coronarium*	*Zinnia elegans*	*Spinacia oleracea*	*Curumis sativus*	バイラスの群
		溫度	稀釋	老化																
1. Cabbage black ring	Tompkins, 1938	57～59	1000	48	+		+		+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	−	1
2. Cabbage ring necrosis	Larson & Walker, 1941	50	600	48	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
3. Cabbage virus A	Walker et al., 1945	60	5000～10000	192	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+		
4. Turnip mosaic	Hoggan & Johnson, 1935	54	1000～100000	72	+			+					+					+		
5. Turnip mosaic	Chamberlain, 1939	55～60	1000	72	+			+	+	+		+		+						
6. Turnip mosaic	Tompkins, 1938	60～63	4000	72	+	+	+	+	+	−	−	+	+	+	+	−		−	−	
7. Turnip mosaic T_8	LeBeau & Walker, 1945	58	5000	96	+	+	+	+	+	+			+	+	+		+	+		
8. Chinese cabbage mosaic	Tompkins & Thomas, 1938	75	6000	96	+		+	+	+	+	+	+	+	+	−	−		−	−	
9. Radish mosaic	Tompkins, 1938	65～68	15000	384	+		+	+	+	−	+	+	+	+	−	−		+	−	
10. Turnip mosaic T_1	LeBeav & Walker, 1945	56	50000	120	+		+	−	−	+			−	+	+		+	−		2
11. Turnip mosaic T_6	〃	56	50000	84	+	+	+	−	−	+			+	+	+		+	+		
12. Turnip mosaic T_9	〃	58	50000	72	+	+	+	−	−	+			+	+	+		+	+		
13. Turnip mosaic	Dale, 1948	58	1000	72～96	+		+	−	−	+	−		+				+			
14. Stock severe mosaic	Tompkins, 1939	58～60	4000	192	+		−	−	−	−	−	+	+	−	+			+		
15. Stock mild mosaic	〃	58～60	5000	144	+		+	−	−	−	+	+	+	+	−			−		
16. Cabbag virus B	Walker et al., 1945	78	500～1500	144	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−		−		−	−	3
17. Cauliflower mosaic	Tompkins, 1937	75	2000	360	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−				−		
18. Broccoli mosaic	Caldwell & Prentice, 1942	75	3000	192	+			+	+	+			−	−						
19. Komatsuna mosaic	Asuyama & Kasai, 1950	65	14000		+		+	+	−	+	+	−	−		+	−		+	−	
20. Crucifer mosaic	Yoshii, 1951	55	1000～10000	24	+		+	−	−	−		−	−	−	−	+		+	−	4
21. Radish stunt	Isiyama & Misawa, 1943	70	15000	552	+	+	+	−		−	+		−	−				+	−	
22. Kukitachina mosaic	Tanaka & Oshima	60～65	3000～3500	144*	+	+	+	−			+	+	−	−	+	+	+	+	−	
23. X_1, a strain of cucumber mosaic virus	Pound & Walker, 1948	70	100000	120			+	−	+	+		+	+	+	+		+		+	5
24. X_2, a strain of cucumber mosaic virus	〃	70	100000	96			+	−	+	+		+	+	+	+				+	
25. Rape mosaic	Ling & Yang, 1939	60～65	7000	144	+		+	−	−	+										6
26. Crucifer virus	Smith, 1935							+					+	+						

* 少くとも 144 時間感染力あり。

(1950) によつて大根モザイク病バイラスと *Brassica* 属植物の関係について指摘せられて居る。又 HOLMES(1938)は煙草モザイク病バイラスに対し感受性ある植物群が血清学的に関係ある群とよく一致することを示して居る。第6表は之等の点を考慮して6つの群に便宜的に分類したものである。1 群は *Brassica oleracea* 及び表にあげられた *Nicotiana*属植物に感染する。第2群は *B. oleracea* に非感染性であり，*Nicotiana* 属植物に感染する。第3群では此の関係が逆転して居る。第4群は両者に非感染性のバイラスである。第5群は胡瓜モザイクバイラスに属するもので第6群は何れに属するか不明のものである。之等の群中，我々のバイラスは第 4 群に属するように思われる。この群には今迄外国で発表されたものを含んで居ない。而してこの群中で吉井 (1951) のバイラスが最も近縁なものと思われる。石山・三沢 (1943)の大根萎縮病のバイラスは大根に於ける病徴が全く異り又耐稀釈性も大きい。コマツナのモザイク病 (明日山・葛西，1950)は第3群に入れたがこれは甘藍に病原性があり高温で病徴が隠蔽するからである。我々のバイラスはコマツナに接種した場合病徴は似て居る様であるが，ガラス室の温度が 40°C 以上に上昇しても隠蔽現象は見られなかつた。然るにコマツナのモザイク病は 20°C 以上になれば病徴が隠蔽されると云う。表中にあげた寄主範囲を考慮して物理化学的性質を比較すると 25 のバイラスが多少似て居る様であるが，寄主範囲が明らかでなく更にこのバイラスは 20°C 以上の高温で隠蔽現象を起すと云う。最近胡瓜モザイクバイラスが十字花科植物に寄生することが報ぜられて居る(POUND & WALKER, 1948; 奥浦, 1951)。それで胡瓜モザイクバイラスに感受性の植物 (SMITH, 1937) 及びそれと同属の植物，ツユクサ，胡瓜，トウキビ，ルピナス及びササゲ等に接種したが何れも非感受性であつた。従つてこのバイラスは胡瓜モザイクバイラスの系統ではないようである。以上述べた諸点より推察すれば我々の茎立菜モザイク病のバイラスは未発表のバイラスである。尚我々の分類は唯一時的に行つたもので土居等 (1950) の報告によつても更に相類似した相当数のバイラスがあることが予想される。又石山・三沢 (1943) のバイラスとコマツナモザイクバイラスの血清学的関係 (明日山・葛西，1950) 及び PAPE (1935) 及び KAUFMAN (1936) のバイラス或は SMITH (1946) 等の Turnip Yellow Mosaic バイラスも考慮に入れなかつた。

摘　　要

1. 本論文は春季，北海道に於て茎立菜 (*Brassica campestris* L.) に発生するモザイク病に関するものである。

2. 茎立菜の病徴　最初葉脈が透明となり，次いで脈部は網目状に黄色となる。更に数日して若葉に淡黄色の斑入を生じ次第に粗いモザイク斑紋に変化する。この斑紋は褪緑部，脈側緑帯或は凸出した濃緑部からなつて居る。

3. 寄主範囲　このバイラスはカーボランダム法により次の植物に感染する。十字花科：ルタバカ，カブ，コマツナ，白菜，山東菜，縮緬大高菜，千筋水菜，体菜，二十日大根，宮重大根，ナズナ。茄科：ペチユニヤ。菊科：大葉新菊，百日草。藜科：ホウレンソウ，アカザ。

4. このバイラスはモモアカアブラムシ，ダイコンアブラムシ及びニセダイコンアブラムシによつて容易に伝播される。

5. 物理化学的性質　罹病植物汁液を 3,000～3,500 倍に稀釈するか或いは 60～65°C, 10 分加熱すれば感染力を失う。又少くとも 6 日間は感染力を保持する。

6. 本バイラスは病徴　寄主範囲及び物理化学的性質等から推察すれば未発表のバイラスである。

引用文献

明日山秀文・葛西武雄, 1950： コマツナ・モザイク病に關する研究・植物バイラス病研究報告, 37～50.

BERNAL, J. D. & CARLISLE, C. H., (1948)： Unit cell measurements of wet and dry crystallin turnip yellow mosaic virus. Nature, 162, 139～140.

BLANK, L. M., 1935： A mosaic on cabbage in Wisconsin (abst). Phytopath., 25, 6.

CHAMBERLAIN, E. E., 1939： Turnip-mosaic extended host range and identity. N. Z. J. Sci. Tech., xxi A, 4, 212～223.

CLAYTON, E. E., 1930: A study of the mosaic disease of crucifers. Jour. Agr. Res., 40. 263〜270.

COSSLETT, V. E. & MARKHAM, R., 1948: Nature, 161, 250 (BAWDEN, F. C.: Plant viruses and virus diseases. P. 220, P. 231)

土居養二・小室康雄・與良清・明日山秀文, 1950: 東京近郊に於いて十字科植物に發生するバイラスの種類について. 日•植•病•報, 15巻 3, 4號, 173 (講演要旨)

DALE, W. T., 1948: Observation on a virus disease of certain crucifers in Trinidad. Ann. Appl. Biology, 35 (4), 598〜604.

DANA, B. F. & MCWHORSTER, F. P., 1932: Mosaic disease of horse-radish. Phytopath., 22, 1000〜1001.

FUKUSHI, T., 1932: A contribution to our knowledge of virus diseases of plants in Japan. 12, Trans., Sapporo Nat. Hist. Soc., 130〜141.

GARDNER, M. W. & Kendrick, B., 1921: Turnip mosaic. Jour. Agr. Res., 22, 123〜124.

GRAM, E., 1926: Mosaiksyge hos korsblomstrede. Dansk Frovl (Kobenhaben), 8, 41〜42.

HINO, I., 1933: List of plants susceptible to mosaic and mosaic-like diseases. Miyazaki Col. Agr. and Forestry, Bull. 5, 97〜111.

日野巖•平田正一•鳥井敏文, 1943: 煙草ヴアイラス病と他作物雜草ヴアイラス病との關係. 日•植•病•報., 12巻, 2, 4號, 131〜138.

日野巖•道家剛三郎, 1943: 各種ヴアイラスを接種した煙草葉及び花器の比較解剖 日•植•病•報., 12, 139〜145.

樋浦誠・永田幸雄, 1948 a: 大根モザイク病の病理化學的研究第1報病葉と健全葉の alase Catactivity と Chlorophyll 含量について. 日・植・病・報., 14巻, 1, 2號, 44 (講演要旨)

——•——, 1948 b: 大根モザイク病の病理化學的研究第 2 報病葉と健葉及び病根と健全根の Amylase Activity について. 日•植•病•報., 14巻, 1, 2號, 44 (講演要旨).

HOLMES, F. O., 1938: Taxonomic relationships of plants susceptible to infection by tobacco-mosaic virus, Phytopath., 28, 58〜66.

HOGGAN, I. A. & JOHNSON, J., 1935: A virus of crucifers and other hosts, Phytopath., 25, 640〜644.

石山・三澤, 1943: 菜菔の萎縮病. 日•植•病•報, 12, 116〜130.

JENKINSON, J. G. & JONES, G. D. G., 1951: Control of cauliflower mosaic virus. Nature, 168, 336〜337.

葛西武雄, 1949: アブラムシ特にモモアカアブラムシによるダイコンモザイク病バイラスの媒介. 日•植•病•報, 14巻, 3, 4號, 114〜115 (講演要旨).

——, 1950: モモアカアブラムシに依るダイコンモザイク病の媒介. 日•植•病•報, 15巻, 1號, 3〜6.

——•明日山秀文, 1950: ダイコンモザイク病バイラスの機械的な傳染方法. 日•植•病•報, 15巻, 3, 4號, 173 (講演要旨).

熊本縣農業試驗場, 1932: 業務工程, 昭和7年.

——, 1933: 業務工程, 昭和8年.

——, 1934: 業務工程, 昭和9年.

——, 1935: 業務工程, 昭和10年.

KAUFMAN, O., 1936: Eine gefährliche Viruskrankheit an Rüben, Raps and Kohlrüben, Arb. Biol. Reichsanst Land U. Forstw. 21, 605〜623.

——, 1939: Virusforschung und Viruskrankheiten. Vorträge der Pflanzenschutztagung der Biologischen Reichsanstalt am 2. Februar 1939: Mitt. biol. Anst (Reichsanst.), Berl., 59, 92.

——, & BÜHL, C. 1941: Viruskrankheiten bei Raps, Rübsen, und Steckrüben, Landw. Jahrb., 90, 313〜314.

LARSON, R. H. & WALKER, J. C., 1939: A mosaic disease of cabbage, Jour. Agr. Res., 59, 367〜392.

——, ——, 1941: Ring necrosis of cabbage. Jour. Agr. Res., 62, 475〜491.

——, MATTHEWS, R. E. F. & WALKER, J. C. 1950: Relationships between certain viruses affecting the genus *Brassica*, Phytopath., 40, 955〜962.

LEBEAU, F. J. & WALKER, J. C. 1945: Turnip mosaic viruses. Jour. Agr. Res., 70, 347〜364.

LING, L. & YANG, J. Y. 1940: A mosaic disease of rape and other cultivated crucifers in China, Phytopath., 30, 338〜342.

森脩策•高田昌治, 1950: 倍數性十字科蔬菜のバイラスに對する抵抗性. 日•植•病•報, 15巻, 2號, 108 (講演要旨).

MARKHAM, R. & SMITH, K.M., 1949: Studies on the virus of turnip yellow mosaic. Parasitol., 39, 330〜342.

——, MATTHEWS, R. E. F. & SMITH, K.M., 1948: Specific crystalline protein and nucleoprotein from plant virus having insect vactors. Nature, 162, 88〜90.

内藤中人, 1942: 蘿蔔のモザイク病, 錦州及び熱河地方に於ける蔬菜の病害 (三). 病蟲害時報, 4巻 (1), 11〜14.

永田幸雄•樋浦誠, 1950： 大根のバイラス病に關する研究第3報蛋白質に就いて (1). 日•植•病•報, 15卷, 3, 4 號, 161 (講演要旨).

奥浦正弘, 1950： 胡瓜モザイク病の寄主植物. 日•植•病•報, 15卷, 3, 4號, 167 (講演要旨).

Pape, H., 1935： Über eine Mosaikkrankheit der Kohlrübe. Deutsche Landw. Presse, 62 (26), 319.

Pound, G.S., 1947： Reactions of cabbage varieties to mosaic viruses, Jour. Agr. Res., 75, 19～30.

——, 1949： The effect of air temperature on virus concentration and leaf morphology of mosaic infected horse-radish. Jour.Agr. Res., 78, 161 ～170.

——, & Walker, J. C. 1945 a： Differentiation of certain crucifer viruses by the use of temperature and host immunity reactions, Jour. Agr. Res., 71, 255～278.

——, ——, 1945 b： Effect of air temperature on the concentration of certain viruses in cabbage. Jour. Agr. Res., 71, 471～485.

——, ——, 1948： Strains of cucumber mosaic virus pathogenic on crucifers. Jour. Agr. Res., 77, 1～12.

白濱賢一, 1949： 練馬地區に於ける十字科蔬菜のバイラス病竝に寄生蚜蟲の發生消長. 日•植•病•報, 14卷, 3, 4號, 114 (講演要旨).

——, 1951： 大根モザイク病とその防除法. 農業及園藝, 26卷, 1號, 86～90.

——. 本橋精一, 1951： 稚大根に對する有翅蚜蟲の飛來と大根モザイク病の發病について (第2報). 日•植•病•報, 15卷, 3, 4卷, 133～134.

Smith, K. M., 1935： A virus disease of cultivated crucifers. Ann. Appl. Biol., 22, 239～242.

——, 1937： Textbook of Plant Virus Diseases, Churchill.

——, & Markham, R.1946： A new crystalline plant virus. Nature, 157, 300.

Schultz, E. S., 1921： A transmissibie mosaic disease of chinese cabbage, mustard, and turnip. Jour. Agr. Res., 22, 173～178.

Severin, H. H. P. & Tompkins, C. M., 1950 a： Transmission of radish-mosaic virus by aphids. Hilgardia, 20, 191～205.

——, ——, 1950 b： Aphid transmission of severe-mosaic virus of annual stock. Hilgardia, 20, 93～108.

瀧元清透, 1930： 白菜及び其他菜類のモザイク病に就て. 日本園藝雜誌, 42 (2), 5～7, 昭和5年.

田中彰一, 1940： 昭和14年作物病害覺書. 賤機農報, 8 (1), 1～5.

Tompkins, C, M., 1937： A transmissible mosaic disease of cauliflower. Jour. Agr. Res., 55, 33～46.

——, 1938： A mosaic disease of turnip. Jour. Agr. Res., 57, 589～602.

——, 1939： Two mosaic diseases of Annual stock. Jour. Agr. Res.. 58, 63～77.

——, 1939： A mosaic disease of radish in California. Jour. Agr. Res., 58, 119～130.

——, Gardnr, M. W. & Thomas, H. R., 1938： Black ring, A virus disease of cabbage and other crucifers. Jour. Agr. Res., 57, 929～943.

——, & Thomas, M. R., 1938： A mosaic disease of chinese cabbage. Jour. Agr. Res., 56, 541～551.

Takahashi, W. N., 1949： The Morphology and host range of Brassica nigra virus. Amer. Jour. Botany, 36, 533～535.

Walker, J. C., LeBeau, F. J., & Pound, G. S., 1945： Viruses associated with cabbage mosaic. Jour. Agr. Res., 70, 379～404.

吉井甫, 1951： 西日本に於ける十字科蔬菜のモザイク病. 植物病害研究, 第4集, 17～22, 京都大學植物病害研究會.

Résumé

In this paper an account is given of a mosaic disease of "Kukitachina" (*Brassica campestris* L.) which occurs in Hokkaido.

In the vicinity of Sapporo, the disease begins to appear in spring soon after the thawing of snow.

The symptoms on Kukitachina in the field are recognized as clearing of the veins of leaves, followed by mottling with yellow and dark-green blister-like areas. The plants infected by the virus through the agency of aphids or mechanical inoculation begin to show clearing of the veins in 10～15 days after inoculation. Within a few days the chlorotic areas appear on younger leaves and these symptoms are replaced by mosaic patterns consisting of chlorotic portions, green vein banding and raised dark-green areas (Fig. 1).

Various kinds of plants, including 9 families

and 21 genera were inoculated mechanically with Kukitachina mosaic virus and the following species were found to be susceptible. *Cruciferae*: *Brassica campestris var. napobrassica*, *B. rapa*, *B. rapa var. Komatsuna*, *B. pekinensis*, *B. pekinensis, var. dentata*, *B. juncea*, *B. japonica*, *B. chinensis*, *Raphanus sativus*, *R. sativus var. longipinnatus*, and *Capsella bursa-pastoris*; *Solanaceae*: *Petuniahybrida*; *Compositae*: *Chrysanthemum coronarium* and *Zinnia elegans*; *Chenopodiaceae*: *Spinacia oleracea* and *Chenopodium album* (Table 1).

This mosaic disease is readily transmitted by three species of aphids which multiply on crucifer plants under natural conditions in Hokkaido. These are *Myzus persicae*, *Brevycoryne brassicae*, and *Rhopalosiphum pseudobrassicae* (Table 2).

Kukitachina mosaic virus has a dilution end point in extracted sap of 1 : 3,000–3,500 and the thermal inactivation point lies between 60 and 65° C. The virus was infective at least for 6 days at room temperature (about 15–20°C) (Table 3–5).

As a result of comparative studies of the symptoms, host range, and physical properties this virus is regarded as an heretofore undescribed one.

北海道及び樺太に於ける *Agriotes* 屬の針金蟲，特に *Agriotes obscurus* LINNÉ について

桜井　清*

ON THE WIREWORMS OF THE GENUS *AGRIOTES* ESCH., (COL., ELATERIDAE) IN HOKKAIDO AND SAGHALIEN, WITH SPECIAL REFERENCE TO *AGRIOTES OBSCURUS* LINNÉ

By Kiyoshi SAKURAI

I 緒　　言

農作物を害する針金虫の種類は地域によつてその重要度が異るが，世界各地に於て *Agriotes* 属のものによつて大害を被つている所が少くない。旧北区のうち，ヨーロツパ及びシベリアに於ては *A. obscurus* LINNÉ, *A. lineatus* LINNÉ, *A. sputator* LINNÉ 等の害が多く，特に *A. obscurus* は両地共通で各種農作物に大害を与えている。しかるに同じくシベリア亜区に属する樺太に於ては従来，上記の種類の記録がなく，北海道と共通の *A. fuscicollis* MIWA（トビイロムナボソコメツキ）及び *A. persimilis* LEWIS（オオカバイロコメツキ）の2種が知られており[8]，特に前種の害が著しい。*A. fuscicollis* は三輪[14]が北海道産のものについて命名したもので，筆者がさきに調査した際，樺太産のものは北海道産のものと形態的に差異を認めたが，一応従来の知見に従つて同一種として取扱い報告した。その後，両地の成虫及び幼虫について比較研究し，両者間の形態的差異を明らかにし，樺太のものは前記 *A. obscurus* と同種であることを認め，更に1951年桑山覚博士が海外出張の際もたらされたイギリス産の成虫標本を検して，これを確認することができた。本種が樺太に分布することは従来記録がなく，生物地理学的にも興味あるものと考えるので，本種の分布並びに幼虫の形態を中心とし，更に他の *Agriotes* 属との比較についての研究結果をここに報告したいと思う。

本研究にあたり終始御指導を賜つた桑山覺博士に對し深謝の意を表するとともに，研究上各種の御教示と便宜を與えられた三輪勇四郎博士竝びに遠藤和衞氏及びヨーロッパの標本を惠與された M. C. LANE 氏に對し併せて謝意を表する。

II 北海道及び樺太に於ける *Agriotes* 屬の針金蟲の分布並びに發生狀況

北海道に於て農作物を害する針金虫は現在7属9種を知られているが，そのうち *A. fuscicollis* は主として石狩，空知，上川等の地方の泥炭土地帯に広く分布し，各種農作物に大害を与えている。本種は前述のとおり三輪により命名されたもので，発表当時は分布として北海道及び本州があげられたが，その後，本州の分布を誤りとして削除訂正し[11]，現在の分布は北海道に限られ，樺太に於ても本種の分布は見ていない。尚，筆者は秋田県産の本種に酷似した幼虫を検しているが，その種名は未だ確かめていない。本種の幼虫については当場に於て *A. sericeus* CANDÈZE（カバイロコメツキ）として古くから研究が行われたが，本種名が確立されるに及び，従来知られていた *A. sericeus* の存在は疑問視されるに至つた。又，その後筆者が全道にわたつて針金虫の分布調査を行

* 病理昆蟲部昆蟲研究室

つたが，*A. sericeus* はその成虫が当場昆虫研究室に所蔵されているにかかわらず，幼虫は1頭も採集し得ず，同属のものとして *A. persimilis* が局部的に分布していることが認められた。

A. persimilis は北海道に於ては根室，釧路地方に発生が多いが，その被害は比較的軽微である。尚，千島に於ける分布は古くから知られ，三輪[9]により報告され，又桑山・杉原[6]は色丹島及び国後島から本種成虫を多数採集している。樺太からは堀[4,5]により報告されているが，筆者の調査によれば，調査当時同地から送付を受けた針金虫の約90％までが *A. obscurus* で，本種の数はきわめて少なかつた。

樺太に於て従来，三輪[8]，堀[4)5)]，桜井[14]等により *A. fuscicollis* として記録されたものは，本調査の結果により *A. obscurus* とすべきもので，同地に於ける発生状況は，遠藤氏によれば南樺太一円に分布しているが，特に落合，富岡，深雪，小沼，草野，大沢，本川上，留多加等を結ぶ豊原，大泊地方のいわゆる河流横溢土地帯に発生が多く，被害作物としては，麦類，馬鈴薯，黍，玉蜀黍，豌豆，甘藍，茄，トマト，葱，禾本科牧草等があげられている。北樺太に於ける分布の記録はないが，おそらくは全般に分布するものと考えられる。

以上3種の分布を要約すれば次のとおりである。

A. obscurus 樺太，シベリア，ヨーロツパ

A. fuscicollis 北海道

A. persimilis 樺太，千島，北海道，本州

Ⅲ *A. obscurus* の既知分布並びに發生狀況

本種は旧北区に広く分布し，SUBKLEW[15]によればその発生は南はトランスコーカシア，トルキス

A. obscurus の分布並びに發生狀況

A list of the distribution and occurence of *A. obscurus*.

國名	報告者	主要被害作物	備考
イギリス	FORD, ROBERTS, MILES, MC DOUGALL, STARK	各種穀類，馬鈴薯，甘藍，人參，トマト，豆類，いちご，はなやさい	England (Hertfordshire, Cheshire Shropshire, North Staffordshire, Chedder), Scottland, Wales に於ける發生記錄あり，本種の害が最も多い
フランス	WILLAUME, RÉGNIER, MESNIL	各種穀類（特に燕麥）	
ドイツ	ADRIANOV, ZACHER, HORST, LANGENBUCH, BLUNCK, SUBKLEW	穀類，根菜類，飼料作物，花卉その他各種作物	本種が最も多い
ポーランド	MINKIEWIEZ, CHRZANOWSKI,	各種作物，特に甜菜，トマト，ホップ	7種針金蟲のうち最も多い
チェコスロバキア	RAMBOUSEK, JUHA	甜菜，かぶ，その他	地方的に種類が異るが，16種のうち本種の害が最も多い
ハンガリー	VASSILIEV, BARANYOVITS	玉蜀黍	*A. sputator* を主とし本種は少ない
スイス	NEUWEILER, GUÈNIAT	各種作物	6種のうち7割を占める
オランダ	SUBKLEW		
エストニア	ZOLK		
ラトビア	ZOLK	亞麻	
フィンランド	SUBKLEW		南カイヌが北限，南部に於て害が多い
ソ連（ヨーロッパ）	SOPOTZKO, PRINZ, KAZANSKII, VOLGIN, YAROSLAVTZER, DURNOVO, BOBINSKAYA, MERKLEVA	玉蜀黍，燕麥，小麥，大麥，ライ麥，クローバー，馬鈴薯（場所により100％の被害あり）	Tula, Smolensk, Leningrad, Moscow, Cherepovetz 等いずれの地方でも本種の發生が最も多い
ソ連*)（シベリア及び極東地方）	MASAITIS, POSPELOVA, BOGDANOVA-KATKOVA	小麥，燕麥，ライ麥，馬鈴薯，トマト，豌豆，クローバー，十字花科作物	Kamen 地方，Novo Sibirsk, Tomsk, Nikolaievsk の記錄あり
中國	WU		山西，甘肅兩省，成蟲の記錄

*) 筆者は Chita 州に於て本種の幼蟲と思われるものを實見した。

タンより北は北極圏にわたると言われ，特にヨーロツパに於ては古くからその発生が知られている。前記のとおり樺太に於ける分布が新たに確認されたが，これとの比較のため，従来の記録の主要なものについて分布並びに発生状況を示せば前表のとおりである。

IV *A. obscurus* の成蟲及び幼蟲の特徴

1） 成　蟲

Agriotes obscurus LINNÉ

Elater obscurus LINNÉ, System. Nat. Ed. 10, p. 406 (1758).

Agriotes obscurus LACORDAIRE, Faun. Entom.d. env. d. Paris, 1, p. 672 (1835).

Agriotes fuscicollis MIWA (in part), Mushi, VI, 1, p, 30 (1933); ibid., Rep. Govt. Res. Inst. Formosa, no. 65, p. 157 (1934); HORI, Bull. Saghalien Centr. Exp. Sta. no. 8, p. 9 (1934).

體はきわめて肥大し，黒褐色。灰色の短毛を密生する。頭胸部は黒褐色。前胸は幅廣くきわめて凸形，側縁は圓味を帶び，前方に細小となる。きわめて細かい點刻を密布し，中央に微かな縦溝を有する。全面に灰色の短毛を密生し，後緣角は龍骨狀突起を有する。翅鞘は暗褐色～黒褐色，胸部よりも幅廣く，約2.5倍の長さを有する。前方より約⅝の箇所で最も幅廣く，點刻列を有し，間室はほぼ平坦。觸角及び脚は赤褐色。體長 8.5～10 mm，體幅 3～3.5 mm。

以上の特徴を有する *A. obscurus* に比較して，近似種 *A. fuscicollis* は体がこれより細長く暗褐色を呈し，前胸は両側中央部が平行して円味が少なく，翅鞘は胸部とほぼ同様で間室は隆起し，体幅 2.5 mm 内外であること等により明らかに区別することができる。

2） 幼　蟲

成熟した幼蟲は細長い圓筒形を呈し，體長約 20 mm，體幅約 1.9 mm。體は卵黄色，食害期のものは青黒色を帶びる。頭部は暗褐色。大腮は黒褐色。爪は黒色。

頭部はほぼ四邊形，側縁は圓味を帶び，中央部より前，後方にわずかに細まる。鼻狀突起 (Nasale) は濃赤褐色，幅廣く3突起を有し，側方，前緣部に4對の剛毛，外方に各1對の長剛毛と短毛を生ずる。頰後方にきわめて短かい針狀剛毛と各1對の長短剛毛を生じ，前方には1長剛毛を生ずる。觸角は短かく，第1節は長大，第2節は短かく頂端に第3節及び圓錐形半透明の小軟突起を存する。第3節は細小，不正圓柱形，頂端に1長毛と數本の短針狀毛を生ずる。觸角直後の外方に黒褐色眼狀紋がある。大腮は短かく，內面に2齒を有し，第1齒は先端の直下にあり鈍角，第2齒 (Retinaculum) はほぼ中央部に存し，鋭く，少しく彎曲し，三角形を呈する。第1齒*と先端とのなす角度は 110～120 度の鈍角である。小腮蝶鉸節は幅廣く，亞腮の約2倍の幅を有し，外緣は緩やかに彎曲して後方に狹まり，基節は連續する。亞腮は茶褐色，長さは幅の約3倍の長方形，各角に長剛毛を生ずる。

第1胸節は長く，他の2節を合したものとほぼ等長。第2胸節側板に1對の氣門を存する。第1胸節～第8腹節背板中央部に，細溝より成る背線を走らす。氣門は二重開孔，短形で，長さは幅の2倍に達しない。

腹節は後方に至るに從い次第に長形となり，第9腹節は長く圓錐形，先端は褐色の短かい鈍突起に終る。前緣に近く兩側に1對の大なる赤褐色眼狀凹陷 (Invagination) を有する。その側緣は硬化して濃色，內部は空洞となり，內壁には細毛を生ずる。各凹陷後緣より少しく內方に向い，ほとんど直線をなして淡赤褐色の細溝を走らし，兩溝の間に更に1對の淺溝を有する。

V *Agriotes* 屬3種の幼蟲の形態の差異

従来，*Agriotes* 属幼虫の特徴として，第9腹節は円錐形で先端を除く外は何等の突起がなく，背面に眼状凹陥を有し，大腮内面には2歯あり，鼻状突起は3歯である等の諸点が挙げられているが，*A. persimilis* は第9腹節背上の眼状凹陥を欠き，大腮内面には1歯を有するのみである。この事実よりして，これらはむしろ種の特徴と見なすべきで，筆者は属の標徴としては第9腹節の形状及び皮膚の状況が最も重要なものと考える。*A. persimilis* と他の2種とはこのように容易に区別することができるが，*A. fuscicollis* と *A. obscurus* とは酷似しているため肉眼的には区別が困難である。今，両種の差異を述べるに先立ち，ヨーロツパに於ける *A. obscurus* の近似種の識別に用いられた特徴について考察して見たい。即ちその近似種のうち *A. sputator* はその皮膚の点刻及び皺の状況によつて比較的容易に区別ができるが，*A. lineatus* との区別はきわめて困難で，その

* ZNAMENSKIJ, SUBKLEW は Ersatzzahn と稱している。

標徴については従来種々研究論議されている。その主なるものを挙げれば BELING (1883, '84) は皮膚の点刻，皺，色彩等を重視し，HENRIKSEN (1911)もこれと略同様に皮膚の状態を以て差異点とした。次いで FORD[3] は肛門突起の状況，大腮の内歯の形状，第 8 腹節の気門の位置及び剛毛等を採用した。しかるに ROBERTS (1928)[13] は以上の特徴のうち，皮膚の色彩を除いた外全部を否認し，新たに胸部の気門の大いさ及び形状，気門内壁の歯の数を以て最も重要な特徴であると主張した。これと期を同じくして ZNAMENSKIJ (1927) も気門の状況について略同様の見解をなし，更に大腮の小歯と先端とのなす角度について重要な新知見を加えた。近年 SUBKLEW[15] はこれらに検討を加えた結果，ROBERTS の気門の状況を否認し，ZNAMENSKIJ の主張した大腮の歯の角度を以て最も重要な標徴とし，これに体の色彩を加えて両種の識別点とした。

以上の標徴を以て *A. obscurus* と *A. fuscicollis* とを比較すれば，大腮の先端と第 1 歯のなす角度は，これらの両種の場合にも適用され，前種は SUBKLEW の記載したごとく 110～120 度の鈍角であるが，後種では 90 度内外である(第 1 圖参照)。しかし SUBKLEW も認めているとおり，大腮は

第 1 圖　大腮の形狀

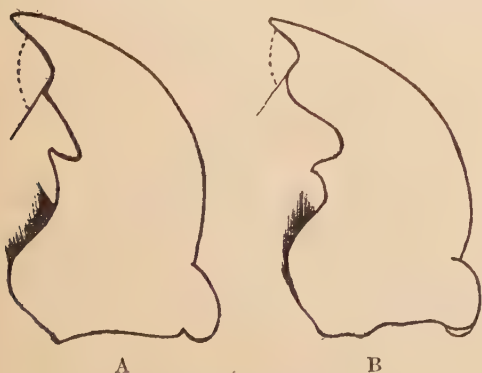



Fig. 1 Mandibles of larva.

A) *A. obscurus*　B) *A. fuscicollis*

往々磨耗して明確を欠き，標徴としては不適当の場合もあるが，この他の点については両種を明確に区別することができなかつた。尚，SUBKLEW によつて否認された胸部の気門の特徴は，この両種間に於てはある程度までその差異が認められた。即ち *A. fuscicollis* の気門は幅が狭くて長さが幅の 2 倍に達する長形のもが多く，これに長さが幅の 1.5 倍以下の短形のものを混ずるが，*A. obscurus* にあつては全部が短形で，長形のものは認められなかつた。故に少なくとも長形の気門を有するものは，*A. fuscicollis* であると言うことはできるが，両種を完全に区別する標徴にはなし得ない。

以上の標徴を以て 3 種の検索表を示せば次のとおりである。

***Agriotes* 屬 3 種の幼蟲の検索表**

- 1　第 9 腹節は圓錐形で，末端は 1 小突起に終り，背面に顯著な點刻及び結節狀突起なく，平滑で，眼狀凹陷を缺く……………… *A. persimilis*
- 2　第 9 腹節背面に大なる眼狀凹陷を有する…… 3,4
- 3　大腮の先端と第 1 歯のなす角度はほぼ直角……………… *A. fuscicollis*
- 4　以上の角度は 110～120 度の鈍角…… *A. obscurus*

参　考　文　献

(1) CANDÈZE, E., 1863: Monographie des Élatérides, IV, p. 387.

(2) ———, 1891: Catalogue Methodique des Élatérides, p. 197.

(3) FORD, G. H., 1917: Observation on the larval and pupal stages of *Agriotes obscurus* LINNAEUS. Ann. App. Biol. vol. 3, nos. 2, 3, pp. 97–115.

(4) 堀松次・石山哲爾，1933： 病害蟲防除要綱．樺太中央試験所特別彙報，第 1 號，p. 66.

(5) 堀松次，1934： 樺太農作物害蟲目錄．樺太中央試驗所彙報，第 8 號，p. 9.

(6) 桑山覺・杉原勇三，1941： 南千島昆蟲類に關する調査報告．p. 51.

(7) LANGENBUCH, R., 1932: Beiträge zur Kenntnis der Biologie von *Agriotes obscurus* L. und *Agriotes lineatus* L. Zeit. ang. Ent., Bd. 19, pp. 278–300.

(8) MIWA, Y. 1928: New and some rare species of Elateridae from the Japanese Empire. Ins. Matsu., vol. 3, no. 1, pp. 36–51.

(9) 三輪勇四郎，1929： 樺太及び千島產叩頭蟲科の種の研究，動物學雜誌．41 卷，pp. 441～454.

(10) ———，1933： 九州帝國大學農學部昆蟲學教室所藏の叩頭蟲標本 (1)．むし，第 6 卷，1 號，p. 30.

(11) 三輪勇四郎，1934： 日本產叩頭蟲科に關する研究．臺灣總督府中央研究所農業部報告，第 65 號，p. 135, p. 157.

(12) REITTER, E., 1911： Fauna Germanica. Bd. 3, p. 222.

(13) ROBERTS, A. W. R., 1919–1928： On the life-history of "Wirewoms" of the genus *Agriotes* ESCH., with some notes on that of *Athous haemorroidalis* F. pt. 1, Ann. App, Biol., vol. 6, nos, 2-3, pp. 193–215 (1921); pt. 3, vol. 9, nos. 3-4, pp. 306–324 (1922); pt. 4, vol. 15, no. 1, pp. 90-94 (1928).

(14) 櫻井淸，1942： 北海道に於いて農作物を害する針金蟲類．昆蟲，16 卷，1 號，pp. 1–11.

(15) SUBKLEW, W., 1934： *Agriotes lineatus* L. und *Agriotes obscurus* L. Zeit. ang. Ent., Bd. 21, Heft 1, pp. 96–122.

(16) WU, C. F., 1937： Catalogus Insectorum Sinensium. vol. 3, p. 464.

Résumé

The wireworms belonging to the genus *Agriotes*, injurious to various agricultural plants in Hokkaido and Saghalien, have been heretofore recorded as *A. fuscicollis* MIWA and *A. persimilis* LEWIS. However, the present author has made a precise morphological study on the adults and larvae of so-called *A. fuscicollis*, and found that the species of Saghalien may be identified as *A. obscurus* LINNÉ which is distributed throughout Europe and Siberia. In South Saghalien, this species is the most serious pest among several species of wireworms.

The larva of *A. persimilis* does not have eye-like invaginations on its ninth abdominal segment which has been mentioned as the generic character of the larva of the genus *Agriotes* by some previous investigators. However the present author considers that the above-mentioned invagination is not a generic character, but the form and cuticle condition of the ninth abdominal segment are the most important generic characters of the larva of the genus *Agriotes*.

The distinction of the larva of *A. fuscicollis* from *A. obscurus* is very difficult, but it can be distinguished by the angle between the first dent and the apex of the mandible. In the former species that angle is about 90°, while in the latter 110–120° as shown in fig. 1.

The distribution of these species is as follows.

A. obscurus: Saghalien, Europe, Siberia.
A. fuscicollis: Hokkaido.
A. persimilis: Saghalien, Kuriles, Hokkaido, Honshiu.

モモシンクイガに對する石灰液撒布の効果に就いて+

宮 下 揆 一* 川 村 英 五 郎*

EFFECT OF SPRAYING WITH LIME WATER FOR PEACH FRUIT MOTH (*CARPOSINA NIPONENSIS* WALSINGHAM)

By Kiichi MIYASHITA and Eigoro KAWAMURA

1 緒　　言

我国のリンゴ栽培に於いて広く行われている袋掛法は，モモシンクイガの唯一の防除法として普及を見るに至つたものであるが，資材労力を要することが多く生産費を高め，殊にモモシンクイガ発生時期の関係から，短期間に作業を終了しなければならない為に，一時に多量の労力を必要とし，労力的に栽培上最大の隘路となり適期作業を困難ならしめることも少くない。又近来袋掛によつて果実の重要成分であるビタミンCの減少することが指摘される等各種の見地から無袋防除法の確立が要望されるに至つた。これが一手段として薬剤撒布による防除試験が行われ，島博士[1)2)]によつて石灰液撒布の有効なことが唱えられるや，簡易な方法として注目され，各地に於いて追試験が行われると共に，実地栽培面にも応用を試みる向も少くない。而してこれが効果に関しては必ずしも成績が一致せず，[3)4)5)]殆んど実用効果を認め得ない結果も示されている。

このように成績が区々であるのは石灰液の濃度，撒布量，撒布時期及び方法等撒布技術の問題について幾多検討を要する点が認められるのであるが，更に又モモシンクイガの発生密度と密接な関連があるものと考えられる。筆者等は過去3カ年に亘り石灰液撒布効果に関し調査を行つたが，その結果を通じてモモシンクイガの発生密度と石灰液撒布効果との間に密接な関係があることを認めたのでここにその成績を報告する。

2 調査方法

(1) 區　別　石灰液撒布及び無撒布の2区をとり更に産卵調査による密度調査区を設けた。

(2) 供用樹　本場5号園並びに6号園栽植の「国光」「紅玉」「旭」(栽植距離4間，樹齢19年以上の成木）を供用，供試樹数は石灰液撒布区は各年各品種を通じ4～7本ずつ，放任区は2～4本ずつであつた。

(3) 石灰液濃度竝びに撒布方法

(イ) 石灰液濃度

水1斗当り　生石灰80匁，カゼイン展着剤5匁

(ロ) 撒布期日

昭和21年　7月5日，15日，29日，8月10日，20日，30日

昭和22年　7月7日，14日，20日，8月11日，29日

昭和23年　7月4日，12日，19日，26日，8月9日，17日，24日

(ハ) 撒布量

1樹当り1斗3升内外

(ニ) 撒布方法

手押噴霧器を使用，果実を主体として撒布した。

(4) 被害率調査　各年を通じ8月上旬より収穫期までに数回被害果を採取し，更に収穫果について被害果を調査してその合計を求め，総果数に対する被害率を算出した。

+ 昭和24年秋期園藝學會に於いて發表

* 作物部園藝作物研究室

(5) モモシンクイガの發生密度 次の二つの方法によつて調査を行つた。

(イ) 放任樹（無袋無撒布）の被害果率を求めて密度を現わす。

(ロ) 産卵調査を行つてその多少によつて密度を測定する。この方法は蛾の發生前に予め果實に被袋しておき發生初期より5日毎に50枚ずつ袋を除き5日間果實を曝露してこれに産卵させ直ちに採取して産卵を調査し産卵果の百分率を求めその合計を以て密度とした。

3 結果及び考察

(1) モモシンクイガの發生密度 上述の2つの調査方法によつて得られた發生密度は第1表の通りである。

第 1 表 モモシンクイガ發生密度

Table 1 Population of peach fruit moths.

年次	品種	被害果率	産卵果率計
昭和21年 (1946)	旭	% 97.6	145
	紅玉	98.5	229
	國光	87.4	109
	平均	94.3	160
昭和22年 (1947)	旭	80.6	49
	紅玉	88.7	89
	國光	69.3	12
	平均	79.5	50
昭和23年 (1948)	旭	94.5	160
	紅玉	95.6	204
	國光	89.5	40
	平均	93.2	135
平均	旭	90.9	118
	紅玉	94.3	174
	國光	82.1	53

第 2 表 第1表より $P=\sin^2\theta$ により修正した被害果率表

Table 2 Percentage data of injured crops from Table 1, transformed to degrees by means of the transformation $P=\sin^2\theta$.

品種＼年次	昭和21年 (1946)	昭和22年 (1947)	昭和23年 (1948)	計	平均
旭	81.1	63.9	76.4	221.4	73.8
紅玉	83.0	70.4	77.9	231.3	77.1
國光	69.2	56.4	71.1	196.7	65.6
計	233.3	190.7	225.4	649.4	—
平均	77.8	63.6	75.1	—	—

第 3 表 第2表被害果率修正值の分散分析表

Table 3 Variance analysis of transformed data from Table 2.

要因	自由度	偏差平方和	平均平方和	F
計	8	577.94	—	—
品種	2	211.69	105.85	* 17.73
年次	2	342.36	171.18	** 28.67
誤差	4	23.89	5.97	—

この2つの數值の間には正の相関があるべきであるが調査の結果に於いても大体一致している。即ち両者の相關係數は +0.83 であり両者共に3カ年中最も發生の少なかつたのは昭和22年で，しかも他の両年に比し著しく少い。これに対し昭和21年は發生が最も多く23年はこれより僅かに少い。尚品種間の被害率にも明らかな差が認められ，各年を通じ「国光」が常に少く「旭」これに次ぎ「紅玉」は被害が最も多い。尚年次及び品種についての被害率の分散分析表を示せば第3表の通りであつて品種及び年次間の差は統計的に有意である。

(2) 石灰液撒布の防除効果 以上のように調査園のモモシンクイガの發生密度はかなり高く，無撒布で放任した場合は90％内外の被害を蒙つた。これに対し上述のように石灰液を撒布してそ

第 4 表 石灰液撒布區被害果率

Table 4 Percentage of injured crops in sprayed plots.

品種＼年次	昭和21年 (1946)	昭和22年 (1947)	昭和23年 (1948)	計	平均
旭	% 45.6	% 23.2	% 57.5	126.3	% 42.1
紅玉	46.9	33.8	53.2	133.9	44.6
國光	25.6	7.5	17.3	50.4	16.8
計	118.1	64.5	128.0	310.6	—
平均	39.4	21.5	42.7	—	—

第 5 表 第4表より $P=\sin\theta^2$ により修正した被害果率表

Table 5 Percentage data of injured crops from Table 4, transformed to degrees by means of the transformation $P=\sin^2\theta$.

品種＼年次	昭和21年 (1946)	昭和22年 (1947)	昭和23年 (1948)	計	平均
旭	42.5	28.8	49.3	120.6	40.1
紅玉	43.2	35.5	46.8	125.5	41.8
國光	30.4	15.9	24.6	70.9	23.6
計	116.1	80.2	120.7	317,0	—
平均	38.7	26.7	40.2	—	—

第6表　第5表被害果率表の分散分析表

Table 6　Variance analysis of transformed data from Table 5.

要　因	自由度	偏差平方和	平均平方和	F
計	8	999.60	—	—
品　種	2	608.37	304.19	** 19.18
年　次	2	327.81	163.91	* 10.03
誤　差	4	63.42	15.86	—

の防除効果を検した。結果は第4表の通りでその分散分析の結果は第6表の通りである。以上の成績によれば石灰液撒布の効果は年により品種によつて統計的に有意な差異が見られる。而して年度別では被害の少いのは昭和22年で21年及び23年の両年は被害が多い。又品種別では「国光」が著しく被害が少く，「紅玉」は最も多く「旭」は「紅玉」よりやや少い。今仮りに石灰液撒布の実用効果の限界を被害率30%の線に抑えると各種平均では昭和22年は撒布効果が認められ，21年及び23年の両年は22年に比し（21年は1回23年は2回）撒布回数が多いにもかかわらず実用的には効果が認められない。又品種間では「国光」に於いては効果大であるが「紅玉」は常に被害30%を超え，「旭」は22年には効果があり，21年及び23年は実用効果が認められない。

(3)　モモシンクイガ發生密度と石灰液撒布効果との相關關係　以上のように年により品種によつて石灰液撒布の効果に増減が見られるが，これを支配する主要要素としてモモシンクイガの發生密度が考えられる。これは第1表及び第4表を比較対照することによつて明らかに看取し得られる。今，両者の相関関係を算出すると，石灰液撒布区の被害率は無撒布放任区との間に +0.85，産卵果率との間には +0.96 の相関係数が得られる。即ち石灰液撒布の効果はモモシンクイガの発生密度に支配され，発生密度が大となるに従つてその効果を逓減することが示されている。尚以上の結果は石灰液撒布の効果を推察する方法としては無撒布放任区より産卵果率調査による方がより正確なことを示している。併し実際には後者は手数を多く要し，実用的に利用することが困難であり前者によるのが簡便である。次にモモシンクイガの発生密度がどの程度であれば石灰液撒布の実用効果を期待し得るかに関して石灰液撒布区と放任区とについて相関曲線を求めると次の式が得られ，これを図示すれば第1図のようになる。

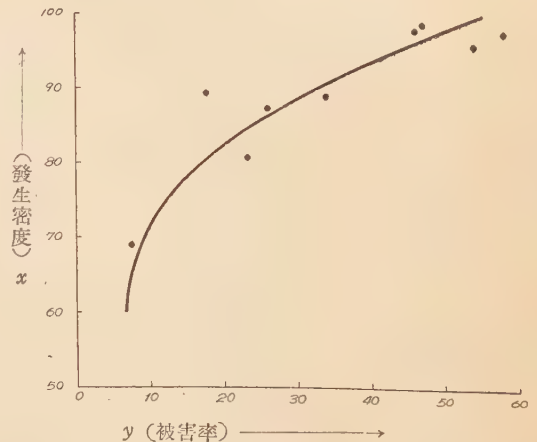
$$y=141.203-4.346x+0.035x^2$$

第1圖　モモシンクイガ發生密度と石灰液撒布區被害率との相關圖

Fig. 1　Correlation between the population of peach fruit moths and the percentage of injured crops on the spraying plots with lime water.

上式から放任区の被害率即ち発生密度がそれぞれ 60, 70, 80, 90, 100, の場合これに対応する撒布区の被害率を算出すると次のようになる。

発生密度　(x) 60,　70,　80,　90,　100

撒布区被害率 (y) 6.5%, 8.5, 24.7, 33.6, 55.2

又逆に撒布区の被害率が10%, 20, 30, 40 となる場合の発生密度を算出すると次のようになる。

撒布区被害率 (y) 10%, 20, 30, 40, 50

発生密度　(x) 72,　82, 88, 93, 98

以上の結果から石灰液撒布の実用効果を30%の線に抑えると発生密度が88以下の場合は有効であり，それ以上に密度が増すに従つてその効果を逓減し実用し得ないということができる。

4　摘　　要

1)　モモシンクイガの発生密度は年により著しい差があり，品種に対する被害率にも著しい差が見られた。

2)　石灰液撒布はモモシンクイガの被害を軽減する効果がある。

3)　石灰液撒布の実用効果はモモシンクイガの

発生密度によつて支配される。

5 文 獻

1) 島善鄰, 1944: 農業及園藝, 第 19 卷, 第 12 號, 37〜41 頁.

2) ——, 1946: りんごの無袋栽培法.

3) 昭和 22 年度農林省園藝試驗場 東北支場 果樹に關する試驗成績, 3〜4 頁.

4) 昭和 23 年度青森縣苹果試驗場成績概要, 12〜14 頁.

5) 昭和 23 年度山形縣農事試驗場果樹試驗成績概要, 15 頁.

Résumé

This investigation was carried out during the last three seasons in order to ascertain the protective effect of lime water (6 pounds of lime to 50 gallons of water) against peach fruit moths on apples. The results are as follows:

1) The population of peach fruit moths fluctuated every year and the percentage of injured crops was different between apple varieties.

2) The damage caused by peach fruit moths was lightened by the spraying with lime water.

3) There was significant correlation between the percentage of injured crops and the population of peach fruit moths; the value of correlation coefficient was as follows; $r = +0.85$

4) The practical effect of the spraying with lime water was influenced according to the population of peach fruit moths.

Relative Index System による線蟲 *Heterodera schachtii* SCHMIDT[+)] の寄生に對する大豆の品種間差異について

武笠耕三* 一戸 稔*

A STUDY ON THE NEMATODE-DISEASE INDEX TO SOY BEAN VARIETIES USING RELATIVE INDEX SYSTEM

By Kôzô MUKASA and Minoru ICHINOHE

土壌中の線虫の棲息密度を知り又は線虫に対する作物の抵抗性を論ずるには，先ず供試植物の線虫寄生量を正確に評価することが必要であるが，*Heterodera schachtii* SCHMIDT の場合に従来用いた根部に寄生する雌虫数（又は cyst 数）を算える方法は甚だしい労力を要する許りでなく，統計的な取扱いが困難であるという欠点があつた。最近 SMITH 及び TAYLOR[(3)] は大豆及び棉の多数品種を用いて根瘤線虫 (root-knot namatode) に対する抵抗性の品種間差異試験をなすに当り，root-knot index system 及び relative index system によつたが，年次及び場所を異にしてもほぼ等しい試験結果が得られ，且つ抵抗性品種を判断するのに同じく有効であつて，これ等の 2 方法の確実性が認められたと報告している。root-knot index system による場合は植物個体の根部を肉眼により検査して根系全体に虫癭 (gall) の全く認められぬときを class 0 とし，gall を有する根が目測で判断して全根系の 1～25 %，26～50 %，51～75 %，76～100 %の場合を夫々 class 1，2，3，4 として多数の植物個体について class 0 より 4 までの 5 段階に分け，各段階別植物個体数より後述する式によつて root-knot index を求め，之を disease index とする。又 relative index system は 0 より 4 までの各 class に対して適当な標準を定めるもので，gall の全く認められぬ場合を class 0，極く少数認められる場合を class 1，最も夥しく認められる場合を class 4 とし，その中間と思われるものは class 2 又は class 3 とし，他は前者と全く同様にして disease index を求めるもので，これを relative root-knot index と呼んでいる。

根瘤線虫 *Heterodera marioni* (CORNU) GOODEY の場合には host の根の gall 作成によつて簡単に寄生の程度を知ることが出来るが，之と寄生の生態を異にし gall を作らない *H. schachtii* の場合には host の根部に寄生した線虫が充分に発育し，雌虫が根の表皮を破つて外部に突出するに及んで漸く肉眼でも確め得るもので，その雌虫の形状は甚だ小さく直径約 1 mm の球形を呈し，日時の経過と共に雌虫は黄白色より赤褐色の cyst に変じて識別は一層困難となり，而も之が容易に根より脱落するようになる。筆者等は本種線虫に対する大豆の品種間差異を定量的に決定せんとして，relative index system によつて試験を行つた結果，大豆における *Heterodera schachtii* に用いても有効であることが認められたのでここに報告する。

試験方法

北海道河西郡大正村幸震において 1950 年に大豆萎黄病の一様に激しく発生した圃場を選定して 1951 年試験を行つた。試験圃場の設計は大豆 14 品種を選び 1 品種 1 畦，1 畦 50～60 株とした 14 畦よりなる 1 試験区を，4 反覆し乱塊法によつた。

+) 本種の種名については多少の疑義があり，近く筆者により發表の豫定であるが，ここでは從來通りの種名を用いた。

* 病理昆蟲部有害動物研究室

播種は5月25日各品種一齊に行い，標準の栽培管理の下に充分に生育させ，播種後85〜86日目の8月18〜19日に大豆を1本宛丁寧に掘取り，その根を検査した。この場合掘取りに當つては根系を成るべく多く得るようにするが，必ずしも全根系を得る必要はない。大豆の各個体について根に寄生している雌虫数と根系の大小とを勘案して，寄生雌虫の凡その密度を考え，これより次に述べる標準に從つて各段階に分類した。この階級（class）は BARRONS により分けられたものと同一で，次の0〜4までの5段階に分けられ，その標準は次の如くである。

第1表 Relative Index System による5段階の標準

Table 1 The standards established for the determination of "class" using the relative index system.

段階	標準	
0	線蟲の寄生が認められない	(No infestation)
1	少數程度の寄生が認められる	(Light)
2	普通程度の寄生が認められる	(Medium)
3	普通以上の寄生が認められる	(Heavy)
4	夥しい寄生が認められる	(Heavy)

各品種1試験区45〜50株の各個体についてその寄生程度を夫々の階級に分類した後，その結果について更に次の McKINNEY の式によつて計算し disease index を求めた。

$$罹病指數=\frac{\Sigma(階級値\times同階級内の植物個體數)}{全調査植物個體數\times 4}\times 100$$

ここに得られるdisease index によつて線虫による寄生が0より100までの間の百分率で表わされるもので，本試驗ではそのまま大豆各品種の線虫寄生程度の差異を示すものとした。

試驗結果

試驗に供した大豆の14品種を線虫の寄生の程度によつて5段階に分類した結果は第2表の如くで，又各品種の線虫寄生比率は第3表の如くである。

即ち供試した14品種中「吉岡大粒」は寄生比率72.0を示して最大で，「早生裸」は同じく39.8で最小を示し，他の品種は之等の中間の寄生比率を示した。各品種間の平均値差をt−検定した結果多数品種間に明らかな差の有意性が認められた。

各品種は元来その品種的特性特に生育期間，熟

第2表 大豆品種の段階別百分率

Table 2 The percentage of the plants number in 5 classes.

品種名	品種の特性		調査個體數	各階級内の植物個體數 (%)				
	子實色（子實の大小）	熟期の早晩	株	0	1	2	3	4
吉岡大粒	綠色（大）	早生の晩	151	0.0	4.7	25.8	45.0	24.5
中生光黒	黒色（大）	中生の晩	137	0.7	7.3	32.1	33.6	26.3
糠内大豆	黄色（中）	晩生の早	128	0.0	7.8	33.6	39.1	19.5
早生鶴ノ子	黄色（大）	晩生の早	107	0.0	7.5	40.2	40.2	12.1
赤莢1號	黄色（稍小）	中生の晩	194	0.0	12.9	42.8	34.0	10.3
白小粒	黄色（小）	晩生	169	2.4	12.4	42.0	33.7	9.5
極早生千島	黒色（小）	極早生	197	5.6	19.8	39.6	24.4	10.6
十勝長葉	黄色（稍小）	中生の晩	177	1.7	16.4	50.8	28.8	2.3
十勝裸	黄色（稍小）	中生の晩	119	7.6	17.6	42.0	26.9	5.9
大谷地2號	黄色（稍大）	中生の早	184	6.5	19.0	44.6	25.0	4.9
蘭越	黄色（中）	中生の晩	117	4.3	22.2	53.0	18.8	1.7
早生黒千石	黒色（極小）	晩生の晩	128	7.0	32.8	29.7	25.0	5.5
石狩白1號	黄色（小）	中生の晩	189	7.4	27.0	41.8	19.0	4.8
早生裸	黄色（中）	中生	172	14.5	26.2	41.3	18.0	0.0

第3表 大豆各品種の寄生比率

Table 3 Disease index on the soy bean varieties.

品種名	線蟲寄生比率(4反覆)				
	1	2	3	4	平均
吉岡大粒	72	66	73	75	72.0
中生光黒	63	80	68	68	69.8
糠内大豆	68	70	66	67	67.8
早生鶴ノ子	64	61	69	62	64.0
赤莢1號	62	55	63	61	60.3
白小粒	62	51	52	70	58.8
極早生千島	38	67	60	54	54.8
十勝長葉	59	49	55	49	53.0
十勝裸	51	51	53	50	51.3
大谷地2號	43	51	62	46	50.5
蘭越	48	44	49	51	48.0
早生黒千石	47	49	46	47	47.3
石狩白1號	41	37	57	49	46.0
早生裸	30	32	46	51	39.8
L. S. D. (0.05)	—	—	—	—	9.1

期を異にするが本試験では播種及び根の調査はすべて同一時期に行い，8月18～19日における各品種の線虫寄生比率を示したものであるが，寄生比率と夫々の品種の特性たる子実色，子実の大小，熟期の早晩等との関聯は示されなかつた。

考　　察

圃場試験によつて多数の植物個体について線虫の被害程度を決めようとする場合に，従来の様に host の根に着いている gall 又は雌虫の数を算える方法では非常な時間と労力とを必要とする許りでなく，計測値を以てそのまま線虫の寄生の大小と判断することは出来ない。何故ならば寄生線虫数は土壌中の線虫棲息密度に左右される外，host の根系の大小にも大きく左右されるが故に，線虫の寄生を量的に考慮する場合には寄生線虫数と host の根系の大小とを同時に考慮に入れなければならないと考えられる。かかる場合に relative index system は試験の労力を著しく減ずる許りでなく，上述の欠点を補う方法であり，更に線虫寄生量が百分率で表わされるため場所，時期を異にする他の実験結果とも対比することが出来ると考えられ，寄生性に関する試験のみに限らず，大規模な薬剤試験においてその薬効の判定に用いても甚だ有効と思われる。

本邦においては，本種線虫寄生に対する大豆の品種間差異に関する報告はないが，1932年及び1935年北海道農業試験場において行つた試験結果と対比すれば第4表の如くで，或程度似た傾向が認められた。但し同試験は試験圃場中より大豆の各品種3本を抜取りその根部に寄生している雌虫又は cysts 数を算え，3本の平均値を以て互に比較されたものである。

本試験では生育期間，熟期を異にする多数品種について同一時期における線虫寄生比率を出したもので，これは勿論各品種の絶対的な数値を示したものではない。若し寄生比率の調査の時期，くわしくは大豆の全生育期間中のいつ頃における調査であるかによつて寄生比率が多少異なるとすれば，本試験で得られた寄生比率も各品種の熟期の早晩による影響がなかつたとは言われない。大豆の全生育期間を通じての線虫寄生の消長については，別に試験を行うことが必要である。

次に大豆の線虫に対する抵抗性を論ずる場合に線虫寄生比率の大なる品種必ずしも線虫被害の大なる品種とは限らない。この線虫の寄生と大豆の被害との関係についても今後研究を進めるつもりであり，又本調査を行う適期についても別に試験を行つて決定しなければならない。

第4表 本試験結果と1932, 1935年北海道農業試験場で行つた試験結果との比較

Table 4 The comparison with the previous experiments (in 1932 and 1935, Hokkaido Agr. Exp. Sta.)

調査月日 / 試験地 / 品種名**	Ⅷ 18～19, 1951	Ⅷ 21～23, 1932			Ⅷ 10, 1935
	大正村	嶮尾村*	豊頃村*	同平均	厚澤部村*
	寄生比率	cysts	cysts	cysts	cysts
吉岡大粒	72.0	49	157	103.0	372.6
中生光黒	69.8	—	—	—	223.6
赤莢1號	60.3	114	105	109.5	296.3
白小粒	58.8	—	—	—	145.0
大谷地2號	50.5	68	107	87.5	114.6
蘭越	48.0	47	131	89.0	159.0
石狩白1號	46.0	87	74	80.5	112.0
早生裸	39.8	11	61	39.0	197.3

* 各品種3本につきその根部に着生している雌蟲(cysts)数を算え，3本の平均値を以て示す。

** 本試験に用いた14品種中ここに揭げた以外の品種については比較する試験はない。

SMITH 及び TAYLOR は，根瘤線虫における試験によつて試験区の反覆数は多い程良い結果が得られるが，大体 4～6 反覆とするのが適当であろうと述べており，又 1 区の調査個体数を 40～50 とした。本試験では 1 区 40～50 株，4 反覆の調査を行つたが，反覆を更に多くし試験を数回行うならば，各品種間の線虫寄生の差異が更に確認されるものと考えられる。

本文を草するに當り本試驗實施の便宜を與えられ種々御指導を賜つた田中一郎技官及び嶋山鉀二技師に對して深謝の意を表すると共に，本試驗實施に當り種々の助力を與えられた須賀忠夫，湯原巖の兩氏に對し併せて謝意を表する。

参考文献

1) BARRONS, Keith C., 1939 : A method of determining root-knot resistance in beans and cowpeas in the seedling stage. Jour. Agr. Res. LVII, 363～370.

2) SMITH, A. L., 1941 : The reaction of cotton varieties to Fusarium wilt and root-knot nematode. Phytopath., XXXI, 1099～1107.

3) SMITH, A. L. and TAYLOR, A. L., 1947 : Field methods of testing for root-knot infestation, Phytopath. XXXVII, 85～93.

Résumé

To study the difference of the soy bean varieties in respect to susceptibility to the "yellow dwarf disease" caused by *Heterodera schachtii* SCHMIDT, the relative index system proposed by A. L. SMITH and A. L. TAYLOR on root-knot nematode was used. It was found that this system is applicable to this species of nematode, i. e. the difference among the following 14 varieties was determined as statistically significant.

Varieties	Disease index
Yosiokadairyû	72.0
Tyûseihikarikuro	69.8
Nukanaidaizu	67.8
Waseturunoko	64.0
Akazaya No. 1	60.3
Sirokotubu	58.8
Gokuwasetisima	54.8
Tokatinagaha	53.0
Tokatihadaka	51.3
Ôyati No. 2	50.5
Rankosi	48.0
Wasekurosengoku	47.3
Isikarisiro No. 1	46.0
Wasehadaka	39.8
L. S. D. (0.05)	9.1

役馬の運動による血漿乳酸と總炭酸の變化について

西 原 雄 二* 藤 野 安 彦**

ON LACTIC ACID AND TOTAL CO_2 IN PLASMA OF THE HORSE IN EXERCISE

By Yuji NISHIHARA and Yasuhiko FUJINO

緒　　言

馬の筋労作時に於ける血液或いは尿成分の変化を知ることによつて，ある程度役馬の能力及び疲労度の判定，或いは飼養管理，使役法の改善に資するに必要な資料を得ることが出来るものである。

従来，人及び家畜の筋労作時に於ける血液及び尿成分変化に就いての報告は極めて多く，又本報に於て述べんとするところの酸塩基平衡の観点から，これに関連する個々の成分変化を調べた報告も少くない。然しそれら諸成分変化の相互関係乃至時間的経過を追求した報告は割に少く，而もこれらの報告の実験条件がそれぞれ異るために，それらの結果を一貫して綜合的に相関関係を考えることは出来ない。我々は役馬の筋労作時に於ける血液及び尿成分変化の状態を研究しつつあるが，一般にこれらの成分は，年齢，種類，性或いは労役に対する馴致程度，検査時の気象状態，環境条件に影響されることが多い。本報に於ては，役馬を下記の条件の下に運動させた場合，運動によつて当然混乱するものと予想される酸塩基平衡の立場から，これに関与する物質の中乳酸及び総炭酸(遊離炭酸，重炭酸塩及びその他の結合炭酸)を採り上げて，その相関的変化の態様に就いて報告する。

實驗方法

当場畜産部の役馬の中から 5〜8 歳の騸馬(中間種）を選び，早朝飼付前に運動として 10 分間及び 60 分間速歩を行わせた。気象は晴，気温 12°C，微風状態であつた。先ず運動直前に採血して正常時の検体とし，運動による変化を知るために，運動中から運動後にかけて 10 分〜20 分毎に採血して供試検体とした。採血に当つては，空気に触れないよう流動パラフインを重畳した試験管に取り，直ちに遠心沈澱して得た血漿を供試した。乳酸の定量は MENDEL & GOLDSCHEIDER[1] の比色法，総炭酸の定量は WEST, CHRISTENSEN & RINEHALT[2] の滴定法に従つて行つた。以下にこれらの供試馬中，定型的な変化を示した 2 例に就いて実験成績を掲げる。

實驗成績並びに考察

10 分間運動時に於ける乳酸と総炭酸の変化は第 1 表及び第 1 図に示す通りである。

即ち乳酸は運動直後よりも寧ろ 5 分〜10 分後に最高値に達し，次いで漸次減少して 30 分〜40 分後には正常値に復した。このような変化の經程は従来多くの研究者の報告せるところで，運動初期には筋肉から産生される乳酸は或る程度燃焼除去されるが，相次いで筋肉から極めて多量の乳酸が産生されるために運動数分後に最高値に達し，而して運動終了により最早乳酸は産生されないから漸次血流から排除されて旧に復するものと推察される。

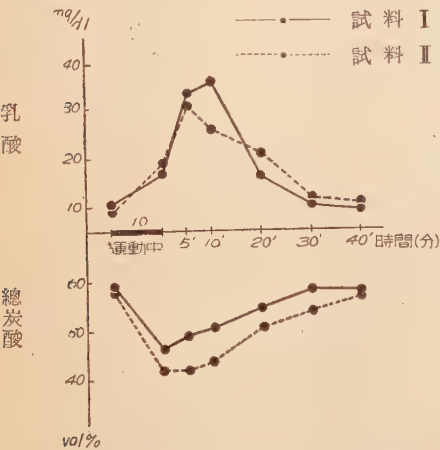
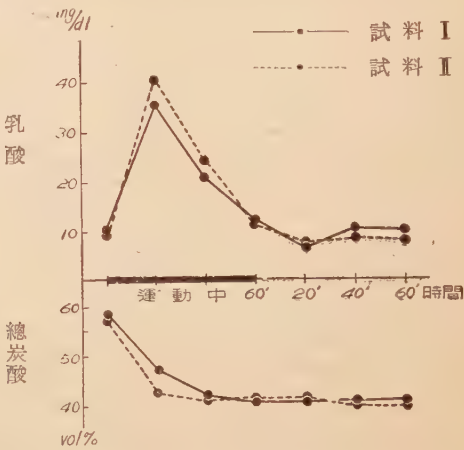
総炭酸は直後に最低値を示し，次いで漸次増加して 30 分〜40 分後に正常値に復した。これは運動と同時に産生される酸性物質(主として乳酸)の

*) 畜産部畜産加工研究室
**) 同家畜飼養研究室

第1表 短時間運動時に於ける乳酸と總炭酸の變化
Table 1 Change of lactic acid and total CO_2 in short exercise.

試料	時間(分) / 乳酸及び總炭酸	運動中 0′	運動中 10′	運動後 5′	運動後 10′	運動後 20′	運動後 30′	運動後 40′
I	乳酸 (mg/dl)	10.0	16.2	33.0	35.6	15.6	10.5	9.5
	總炭酸 (vol %)	58.5	45.5	48.4	50.0	54.3	58.0	57.5
II	乳酸 (mg/dl)	8.5	18.0	30.3	25.2	20.3	11.5	10.0
	總炭酸 (vol %)	58.0	41.3	41.3	43.5	50.5	53.7	57.3

第2表 長時間運動時に於ける乳酸と總炭酸の變化
Table 2 Change of lactic acid and total CO_2 in long exercise.

試料	時間(分) / 乳酸及び總炭酸	運動中 0′	運動中 20′	運動中 40′	運動中 60′	運動後 20′	運動後 40′	運動後 50′
I	乳酸 (mg/dl)	10.0	35.5	20.5	12.0	6.5	10.3	10.0
	總炭酸 (vol %)	58.5	47.3	42.5	42.5	41.0	41.0	40.0
II	乳酸 (mg/dl)	9.5	40.5	24.0	11.5	5.5	8.5	9.0
	總炭酸 (vol %)	58.0	43.2	42.5	42.0	42.0	41.5	41.0

第1圖 短時間運動時に於ける乳酸と總炭酸の變化
Fig. 1 Change of lactic acid and total CO_2 in short exercise.

第2圖 長時間運動時に於ける乳酸と總炭酸の變化
Fig. 2 Change of lactic acid and total CO_2 in long exercise.

中和の為に血漿アルカリ予備が消費される為で，これらの酸性物質が排除されると共に体内の緩衝作用によつて重炭酸塩が恢復される結果，総炭酸は増加して来るものと推察される。かくして短時間運動時には乳酸と総炭酸は相呼応して消長し，ほぼ同時間後旧に復するのが認められた。

60分間運動時に於ける乳酸と総炭酸の変化は第2表及び第2図に示す通りである。

即ち乳酸は一旦増量するが運動中にかかわらず漸次減少して運動終了時には殆ど正常値に復し，運動終了20分後には寧ろ低値を取つて然る後再び正常値に復した。比較的長時間の筋労作時に，乳酸が斯様な変化の過程を辿ることは屢々観察されているところで，これは運動初期に多量に産生される乳酸が直ちに熱源となつて消費されるために血漿乳酸は運動中に減少し，更に運動が長時間に亘ると肝臓のグリコーゲン合成に使用されて一時血漿乳酸は正常値よりも低くなるものと推察される。[3]

総炭酸は運動中に減少し時間の経過と共に更に減少する傾向を示した。これは重炭酸塩として恢復するに必要とされるアルカリが，長時間運動の結果，発汗乃至腎臓からの排泄により流亡して原発性アルカリ不足の状態になるためと推察される。SCHLUTZ[4]は血中炭酸の減少する時に血中アルカリが同時に減少することを報告しているが，血流からのアルカリの排除に就いては更に検討を要するところであろう。

かくして，長時間運動の際には，乳酸は旧に復したが，総炭酸はその時までには復旧しないのが認められた。

要　約

1　短時間運動時には，血漿乳酸は一時増量するが間もなく旧に復し，総炭酸は一時減少するが

乳酸とほぼ同時に旧に復した。

2　長時間運動時には，産生せる血漿乳酸は運動後正常値に復したが，総炭酸は急減したまま，漸次減少し乳酸の恢復した時期に尚旧に復さなかつた。

本實驗を行うに當つて當場畜產部八幡林芳，淺野昭三兩技官の絕大なる御協力を頂いた。報告を終るに際し，兩技官に深く感謝する次第である。

文　　献

(1) Mendel, B. & Goldscheider, I: Biochem. 2., 164, 163 (1925); 202, 390 (1928)

(2) West, E. S., Christensen, B. E., and Rinehart, R. E., 1940: J. Biol. Chem., 132, 681.

(3) 茂手木，1949: 生體の科學, 2, 28.

(4) Schlutz, F. W. and Morse, M. 1936: Am. J. Physiol, 122, 105.

Résumé

1. In short exercise, lactic acid increased temporarily, but became normal soon. Total CO_2 diminished for a time and recovered by the time of the recovery of lactic acid.

2. In long exercise, lactic acid recovered normal amount soon after exercise, whereas total CO_2 did not recover so easily as lacitc acid did.

牛乳の Glycerophosphatase について

藤　野　安　彦*

ON THE GLYCEROPHOSPHATASE OF MILK

By Yasuhiko FUJINO

緒　　言

牛乳中には乳蛋白，燐脂質其他の有機燐化合物が含まれているが，これらが乳腺に於て血液成分から形成される場合，各種の Phosphatase が其の中間物質代謝の過程に関与することは当然であると考えられる。従つて Phosphatase の作用を追求することは，此等の有機燐化合物の生機的意義を明かにする上に重要な問題となる。牛乳中のPhosphatase に関しては，KAY[1] が検証して以来多数の報告があるが，其の作用条件に関する詳細に就いては知る機会を得ない。依つて本報に於ては，グリセロ燐酸曹達を基質とする Glycerophosphatase に就いて其の作用条件を述べたいと思う。

實験方法

酵素液の調製：　新鮮な牛乳 200 cc. にトルオール数滴を加え，コロヂオン袋に入れて流水に対し3日間透析する。此の時牛乳中の無機燐は完全に消失する。これを濾紙で濾し，酵素液として氷室中に貯蔵する。此の酵素液は約 60 日間作用力を保持していた。

基質液の調製：　メルク製グリセロ燐酸曹達の 2.5 %水溶液を用いた。100 cc. につき約 3 cc. の石油エーテルを重畳して氷室中に貯蔵する。

緩衝液の調製：　pH 3.2～6.2 に対しては MICHAELIS の醋酸－醋酸曹達緩衝液，pH 6.0～9.0 に対しては MICHAELIS の塩酸－ベロナール曹達緩衝液，pH 8.5～12.9 に対しては SOERENSEN のグリココール－苛性曹達緩衝液を夫々用いた。pH の測定には pH 試験紙を使用した。水解中，反応混液の pH には認め得べき変化はなかつた。

酵素作用力の測定：　酵素分解は次の反応混液中で行つた。

緩　衝　液	7 cc.	10 cc. 反応混液
基　質　液	2 cc.	
酵　素　液	1 cc.	
トルオール	1 滴	

此の反応混液を密栓し，37°C の恒温槽中で 3 時間水解させた後取り出し，同量の 20 %トリクロル醋酸を加えて酵素作用を中絶させる。10 分間放置して蛋白質を完全に沈澱させた後濾し，濾液に就いて無機燐を BODANSKY の比色法[2]で測定した。此の主実験と並行して基質液のみ酵素液のみの対照試験を行い，主実験値より対照試験値を控除して，反応混液 10 cc. 中の無機燐の増加を以て酵素の作用力を表すことにした。本実験に於ては，基質液のみの対照試験は常に無機燐を遊離することがなかつたが，酵素液のみの対照試験は自己分解により微量の無機燐を遊離した。実験結果に示す無機燐の値は酵素の自己分解値を控除したものである。

實験結果

1　酵素作用に及ぼす水素イオン濃度の影響

各水素イオン濃度に於ける作用力は第1表及び第1図に示す通りである。

これによれば，ゲルンジー種酵素液の至適 pH は 10.1，ホルスタイン種酵素液のそれは 9.7 で至適 pH は略々 10 附近にあるものと考えられる。其の前後では作用力は急激に減少する。KAY は

---

*　畜産部家畜飼養研究室

第 1 表 酵素作用に及ぼす水素イオン濃度の影響

Table 1 Effect of hydrogen ion concentration on the enzymatic action.

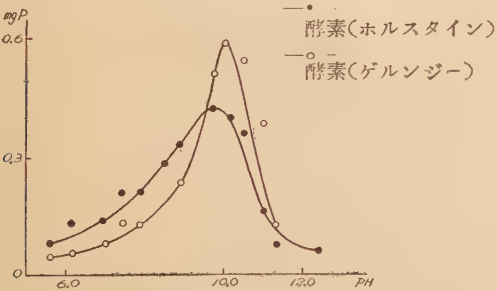
緩衝液	pH	mgP/10 c.c. 37°C 3時間	
		酵素液（ホルスタイン）	酵素液（ゲルンジー）
醋酸—醋酸曹達	3.19	0.020	—
	3.80	0.024	—
	4.40	0.044	—
	5.00	0.056	0.042
	5.60	0.063	0.042
鹽酸—ベロナール曹達	6.12	0.115	0,056
	6.99	0.134	0.078
	7.42	0.195	0.122
	7.90	0.216	0.134
	8.55	0.282	0.145
グリココール—苛性曹達	8.92	0.325	0.235
	9.71	0.418	0.504
	10.14	0.398	0.596
	10.48	0.356	0.537
	11.06	0.158	0.382
	11.30	0.070	0.122
	12.39	0.056	—

第 1 圖 酵素作用の至適 pH

Fig. 1 Optimum pH of the enzymatic action.

至適 pH 9.0 及び 9.8 を記載しているが，至適 pH は實驗條件に依り多少異るものであるし，且つ本實驗に見る如く，牛の種類に依る差異，更に個体に依る差異があるものと考えられる。尙人乳には酸性 Phosphatase が存在するが[3]，牛乳にはアルカリ性 Phosphatase のみであつた。此の實驗結果から酵素液としてゲルンジー種起原のものを用い，至適 pH として 10.1 を採用した。

2 酵素作用の時間的經過

酵素液添加後 1 時間毎に反応混液中の一部を取り出し無機燐を測定した。第 2 表はその定型的な 3 例の測定値を示し第 2 図はその平均値を図示したものである。水解 5 時間迄は当初の水解速度を持続するが，基質の約 15 %が水解されるに及び水解速度は減少する。これは遊離無機燐の影響によるものであろう。水解 2 時間迄は測定値が動揺するので水解時間として以下の実験には 3 時間を採用することにした。

第 2 表 酵素作用と時間との關係

Table 2 Relation of the enzymatic action to time.

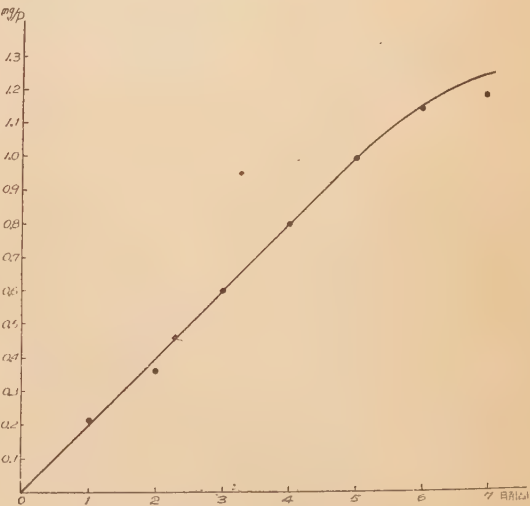
酵素作用時間	mgP/10 c.c. pH 10.1, 37°C			
	試料 I	試料 II	試料 III	平均
1	0.215	0.192	0.242	0.216
2	0.363	0.382	0.395	0.380
3	0.605	0.595	0.600	0.600
4	0.800	0.798	0.804	0.801
5	1.000	1.060	1.060	1.040
6	1.155	1.147	1.135	1.147
7	1.190	1.182	1.185	1.186

第 2 圖 酵素作用と時間との關係

Fig. 2 Relation of the enzymatic action to time.

3 酵素作用に及ぼす溫度の影響

酵素作用力は一般化学反応と同様に溫度の上昇と共に增加するが，或る溫度以上に上昇すると却て減少するものである。12°C, 17°C, 27°C, 37°C 及び 42°C の各溫度に就て行つた実験結果は第 3 表の通りで第 3 図は之を図示したものである。此の結果より水解の至適溫度として 37°C を採用した。

第3表 酵素作用と溫度との關係

Table 3 Relation of the enzymatic action to temperature.

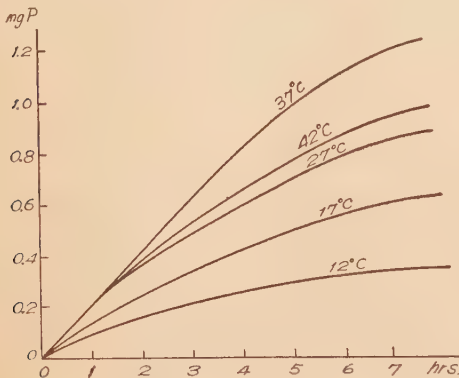
溫度	mgP–10 c.c.		
	3 時間	5 時間	7 時間
12	0.182	0.287	0.334
17	0.328	0.500	0.614
27	0.480	0.747	0.842
37	0.600	1.040	1.186
42	0.522	0.770	0.892

第3圖 酵素作用と溫度との關係

Fig. 3 Relation of the enzymatic action to temperature.

4 酵素作用に及ぼす鹽類の影響

ERDTMANN[4] が腎臟 Phosphatase に對する Mg–塩の賦活作用を見出して以来，各種 Phosphatase に対する塩類の効果が報告されているが，本実験に於ては $Mgcl_2 . 6H_2O$, $ZnSO_4 . 7H_2O$, NaF 及び $Na_2HPO_4 . 2H_2O$ の各濃度に於ける影響を調べた。其の結果は第4表に示す通りである。Mg–塩は M/2000～M/100 で多少の賦活効果を示したが M/20 では却て阻害効果を示した。Zn–塩は濃度が増すと共に阻害作用も増す。弗化物は賦活作用も阻害作用もない様である。燐酸塩は M/200 以上の濃度になると阻害作用を示した。KAY[5] によれば基質の約10%に当る燐酸塩が存在すれば阻害作用が表れると云う。尙 MASSANT et al[6] は牛乳 Phosphatase が Zn–塩に依り賦活されることを報告しているが，原著未入手のため詳細は不明である。

又賦活の至適濃度と思はれる M/1000 の Mg–塩を加えた場合と，阻害作用の表れる M/200 の燐酸塩を加えた場合の酵素作用の時間的変化は第4図の通りである。此の結果によれば，Mg–塩，燐酸塩の影響は反応の初期に現れるもので，24時間経過後では塩類無添加の場合と殆ど同一の水解量を示した。

第4表 酵素作用に及ぼす鹽類の影響

Table 4 Effect of salts on the enzymatic action.

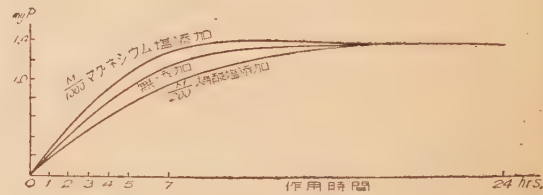
濃度	$MgCl_2 . 6H_2O$		$ZnSO_4 . 7H_2O$		NaF		$Na_2HPO_4 . 2H_2O$	
	mgP	比較	mgP	比較	mgP	比較	mgP	比較
0	0.608	100	0.605	100	0.605	100	0.605	100
M/2000	0.650	108	0.540	89	0.616	102	0.602	100
M/1000	0.700	117	0.480	79	0.594	98	0.602	100
M/200	0.650	108	0.288	46	0.535	105	0.510	84
M/100	0.650	108	—	—	0.616	102	0.450	74
M/20	0.445	74	—	—	0.586	97	0.200	33

第4圖 鹽類添加と酵素反應の時間的經過

Fig. 4 Course of the enzymatic reaction in the presence of salts.

5 酵素作用に及ぼす基質濃度の影響

グリセロ燐酸曹達の各濃度に於ける作用力並びに分解程度は第5表に示す通りで，第5図は作用力と基質濃度との関係を図示したものである。作用力は濃度が高まると共に増大するが分解程度は著しく減少する。分解程度は基質濃度 0.05%～0.2%の時 25%～15%を示すが，此れは燐酸の阻害作用を生ずる濃度範囲である。0.5%～1.0%の基質濃度が適当と認められる。1.0%以上の基質

第5表 酵素作用に及ぼす基質濃度の影響

Table 5 Effect of substrate on the enzymatic action.

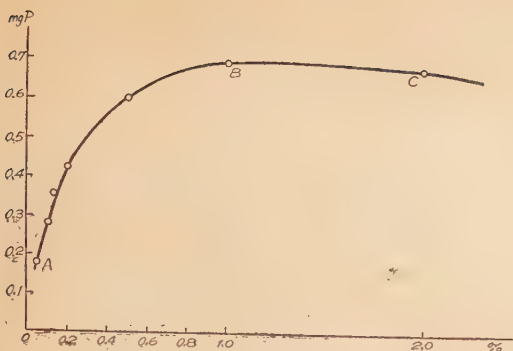
基質濃度 %	酵素水解 mgP	完全水解 mgP	水解率 %
0.05	0.177	0.71	25.
0.1	0.278	1.43	19.5
0.125	0.350	1.77	20.
0.2	0.426	2.86	15.
0.5	0.600	7.1	8.5
1.0	0.690	14.3	4.8
2.0	0.678	28.6	2.4
5.0	0.645	71.0	0.9

第 5 圖　酵素作用と基質濃度との關係

Fig. 5　Relation of the enzymatic action to the concentration of substrate.

濃度では却て分解程度は減少する。實驗には基質濃度 0.5 %を採用した。

考　　察

1　酵素反應の速度と基質濃度との關係

Glycerophosphatase の作用が一次反応であるとすればその反応速度は次式に従う。

$$k=\frac{1}{t}\ln\frac{a}{a-x}$$

k：反應速度恆數
a：基質の初濃度
x：t 時間に變化せる基質の量
ln：2.302 log

第 2 表から k の値を求めると第 6 表の様になる。即ち一次反応式により求められた反応速度数は概ね一致する。よつて牛乳の Glycerophosphatase がグリセロ燐酸を水解する反応は一次反応である。

2　酵素反應の初速度と濃度との關係

一般に酸素反応の速度は酵素量，基質濃度及び分解生產物の存在等によつて影響される。よつて水解の初速度に就いて考察を試みた。第 5 図の如く，酵素反応の初速度は A B 間に於ては基質濃度と共に增加し，B C 間では基質濃度に關係なく零次反応に近い狀態を示す。この様な曲線に対しては MOELWYU-HUGHES[7] の連鎖反応理論が適用され得るが，然し Phosphatase の如き esterase の酵素反応は 2 分子反応の連鎖反応よりも寧ろ 3 分子反応なることが推察される。

即ち MICHAELIS-MEUTEN[8] に従い，Phosphatase は先づグリセロ燐酸曹達と不安定な複合体を作り次いで之が酵素とグリセリン及び燐酸曹達に分解されるものと考えて，MICHALIS-MENTEN の式を適用し，活性度 Ps 曲線を作れば第 6 図を得る。即ち観測値と理論值は殆ど一致する。故に此の Glycerophosphatase は MICHAELIS-MENTEN の説に一致して作用することが明らかである。但し濃度 1 %以上では観測値が理論値よりも小さいが，之は多分相対的水の濃度の減少によるものと考えられる。

第 6 表　酵素反應の速度恆數

Table 6　Velocity constant of the enzymatic reaction.

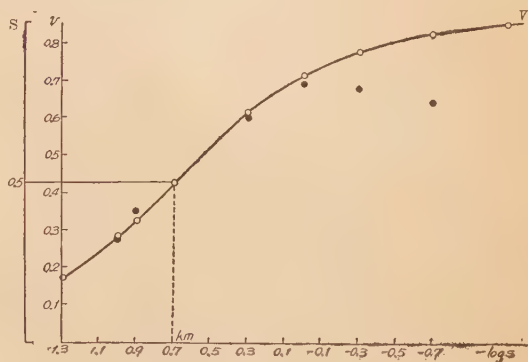
t	x	a—x	$\log\frac{a}{a-x}$	k
1	0.216	6.934	0.0133	0.0305
2	0.380	6.770	0.0237	0.0266
3	0.600	6.550	0.0331	0.0293
4	0.801	6.349	0.0522	0.0300
5	1.040	6.110	0.0683	0.0314
6	1.147	6.003	0.0759	0.0294
7	1.186	5.964	0.0788	0.0260

第 6 圖　活性度 Ps 曲線

Fig. 6　Activity Ps-curve

v. 水解速度　V. 最大速度　s. 基質濃度

3　反應速度と溫度との關係

一般に化学反応の速度は温度の上昇と共に增加するが，反応速度の温度変化に関しては ARRHENIUS の式がある。

$$\frac{d\ln K}{dT}=\frac{A}{RT^2}$$

K：反應速度恆數
T：絕對溫度
A：賦活エネルギー
R：氣體恆數

賦活エネルギーは常に正，即ち吸熱であるから反応速度恒数 K 従て反応速度は温度が上昇すれば必ず增す。其の割合は賦活エネルギーが大きい程著しい。酵素は此の賦活エネルギーの大きさを低

下せしめて反応速度を促進させるものである。上式を変形して

$$\log K = \log C - \frac{A}{4.574\,T} \qquad C: 積分恒數$$

此の式は反応速度恒数の対数 logK と温度の逆数 $\frac{1}{T}$ とに関して直線を表わす。依つて此の直線の傾斜から A を求めると約 6950 を得る。即ち此の場合の Glycerophosphatase の賦活エネルギーは約 6950 カロリー/モルであると計算される。

要　　約

1 牛乳の Glycerophosphatase の至適 pH は 10 附近にある。

2 酵素作用は一次反応を示した。

3 酵素作用の至適温度は 37°C である。

4 Mg-塩は酵素作用を賦活したが，Zn-塩，燐酸塩は阻害した。弗化物は影響がなかつた。

5 基質濃度は 0.5 %が適当であつて酵素反応は Michaelis-Menten の式に従う。

文　　獻

(1) Kay, H. D., 1932: J. Dairy Research, 5, 54.

(2) Bodansky, O., 1932: J. Biol. Chem., 99, 197.

(3) Giri, K. V., 1936: Z. Physiol. Chem., 243, 57.

(4) Erdtmann, H., 1928: Z. Physiol. Chem., 177, 211, 231.

(5) Kay, H. D. and Biochem, J., 1928: 22, 855.

(6) Massart, et al., 1946: Chem. Abs., 40, 5785.

(7) Moelwyn-Hughes, 1937: Erg. Enzymforschg. VI, 29.

(8) Michaelis-Menten, 1913: Biochem. Z., 49, 333.

Résumé

1. The optimum pH of the glycerophosphatase of milk was at about 10.

2. The enzymatic action was found to be a monomolecular reaction.

3. The optimum temperature was 37°C.

4. Mg-salt activated the enzyme, whereas Zn-salt or phosphate inhibited it. Fluoride had no effect on the enzyme.

5. The optimum concentration of substrate was 0.5 per cent and within this concentration the enzymatic action proceeded along the Michaelis-Menten's equation.

脱脂乳中のビタミンCについて
――犢飼育上の意義――

仙 田 久 芳* 藤 野 安 彦*

ON THE VITAMIN C IN STORAGE OF SKIM MILK FOR THE CALF

By Hisayoshi SENDA and Yasuhiko FUJINO

緒 言

抗壊血病因子として知られるビタミンCは，動物の種類によりその必要量に大きな差異がある。それは体内でビタミンCを合成し得るものと然らざるものがあるからである。人間，モルモット及び猿類は全くビタミンCを合成することが出来ないが，鼠，犬及び鳥類は合成することが出来る。従つて後者の場合は，食物としてビタミンCを摂る必要がない。ところが二十日鼠，兎，豚，牛等に対しては，ビタミンCが必要であるか否かはなお明らかでない。従来，これ等の動物に対しては，少量のビタミンCを与えた方がよいと言われているのみで，確実なビタミンC必要量は決定されていないのである。

犢に対するビタミンCの効果に就いても同様であつて，ECKEL やPALMER の如きはビタミンC不要説すら唱えているが，PHILLIP はビタミンC必要説を唱え，ビタミンCを豊富に与えた犢においては，病気抵抗性の増進することを報告している。ROSENBERG も，ビタミンCは犢の発育には直接関係しないが，伝染病の予防及び毒物抵抗性に対して有効なことを認めている。又最近のアメリカの文献によると，ビタミンCはビタミンAと関連しており，ビタミンAの給与が不充分の時でも，ビタミンCを充分給与すればビタミンAによる健康障害を起さないという。牛乳中には元来ビタミンCが含まれていることを考えても，犢に対するビタミンC給与は必要なものであろう。われわれは概ねこの見地に立つて，犢飼育上のビタミンCの栄養的効果について研究しつつあるが，ここに犢に対するビタミンCの重要給源である牛乳の給与方法の実際を考察してみると，搾乳後の生乳をそのまま犢に与えることは長くて生後1箇月に止り，それ以後は集乳所において一旦脱脂乳としたものを次の搾乳時まで（24時間を限度とする）貯蔵しておいて，その間数回に分けて犢に与えている場合が多い。周知の如く，ビタミンCは極めて酸化され易いもので，貯蔵の方法を誤るときはビタミンCは全く破壊せられ，時にはビタミンCを全く含まない牛乳を犢に与えている場合も起り得る。母乳のみで飼育される期間をこの様な状態の下に過した犢が，ビタミンCを豊富に与えられて成長した犢に較べて，栄養上の悪条件を有することは想像するに難くない。

われわれは当試験場畜産部で行つている脱脂乳の貯蔵中におけるビタミンC変化の時間的経過を調査したのでここにその成績を掲げ大方の参考に供したいと思う。ビタミンCの定量は，藤田法[(1)]に従つて還元型ビタミンCと総ビタミンCを測定し，総ビタミンCの値から還元型ビタミンCの値を控除して酸化型ビタミンCを求めた。体内においては，還元型ビタミンCも酸化型ビタミンCも共にビタミンCとしての生理的意義を有するものである。

實驗成績

1 牛乳中のビタミンC含量

---

* 畜産部家畜飼養研究室

牛乳中のビタミンC含量に関する報告は殆ど枚挙に遑がない程であつて，牛の種類，年齢，季節，搾乳時間等の各種条件によつて多少の相違のあることが認められている。本実験においては，5～10歳の当場畜産部飼育のホルスタイン種より夏季早朝試料を採取し，搾乳に際しては日光光線を避けるため，褐色壜中に乳房より直接搾り取り，直ちにビタミンC定量に供した。その結果は第1表の通りである。

第 1 表　生乳中のビタミンC含有

Table 1　Vitamin C content in raw milk (unit. mg/dl).

試料 / ビタミンC	I	II	III	IIII	20頭よりの牛乳混合
還元型ビタミンC	1.60	1.64	17.5	1.64	1.64
酸化型ビタミンC	0	0	0	0	0.06
總ビタミンC	1.60	1.64	17.5	1.64	1.70

これによれば搾乳直後の生乳には酸化型ビタミンCは認められず，20頭の混合乳を調製する間に多少の酸化型ビタミンCの生成が見られた。以下の実験においては，貯蔵の実際に基いてすべて混合乳を試料として用いた。

2　脱脂乳中のビタミンC含量の變化

搾取された生乳は牛乳罐に集められ，2時間後にはクリーム分離を終つて，脱脂乳として牛乳罐に入れたまま薄暗い部屋の中で14°C の流水中に貯蔵される。その貯蔵中の時間的変化は第2表の通りである。

第 2 表　脱脂乳中のビタミンCの變化

Table 2　Change of vitamin C in skim milk (mg/dl).

脱脂乳 / ビタミンC	還元型	酸化型	總ビタミンC
クリーム分離直後	1.44	0.31	1.75
同　6 時間後	1.25	0.40	1.66
同　12 時間後	1.18	0.45	1.66
同　18 時間後	1.18	0.48	1.66
同　24 時間後	1.14	0.52	1.66
同　30 時間後	1.10	0.45	1.55
同　48 時間後	0.70	0.22	0.92

これによれば，還元型ビタミンCは貯蔵中は漸次減少し，48時間後には最初の濃度の半分以下となる。酸化型ビタミンCは，24時間までは多少増加の傾向を示すがその後は減少する。恐らく24時間までは還元型ビタミンCが酸化型に移行し，その後は両者共に破壊されて行くのであろう。

総ビタミンCは，貯蔵初期に稍々減少するが，24時間迄はそのまま殆ど値は変らず，その後酸化作用の増進のため漸次消失の経過を辿る。

犢に対する母乳給与の実際から言えば，24時間を過ぎて脱脂乳を与えることはないのであるから，従つて冷暗室に脱脂乳を貯蔵する方法は一見原始的ではあるが，ビタミンC保有の見地に立つときは，概ね妥当なものということが出来る。

なお，比較のために，同一条件の下で生乳を貯蔵した場合の還元型ビタミンCを測定したところ，24時間後で1.25 mg/dl, 48時間後で1.14mg/dlを示し，脱脂乳の場合よりも減少の度合が可成り小さいことが認められた。

3　貯蔵壜による脱脂乳中ビタミンC含量の變化

牛乳中のビタミンCが太陽光線により速かに破壊されることは周知の事実[(2)]である。第2表に見る如く，冷暗室に脱脂乳を貯蔵した場合，ビタミンCの破壊が割に少いのは，温度，湿度が適当であつたこと，細菌の侵入から防護せられていたこと等の綜合的結果ではあろうが，特に光線の影響を余り受けなかつたためではないかと考えられる。これを確めるために，脱脂乳を褐色壜と透明壜に入れて，直射光線に7時間曝しつつ10°C の流水中に貯蔵し，その間及びその後のビタミンC変化の時間的経過を調べた。その結果は第3表の通りである。

第 3 表　貯蔵壜中の脱脂乳のビタミンの變化

Table 3　Change of vitamin C of skim milk stored in the bottle.

壜 / VC / 貯蔵時間	褐色 還元型	褐色 酸化型	褐色 總ビタミンC	透明 還元型	透明 酸化型	透明 總ビタミンC
時間	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mg/dl
0	1.44	0.31	1.75	1.44	0.31	1.75
6	1.32	0.43	1.75	1.22	0.24	1.35
12	1.25	0.45	1.70	1.08	0.02	1.10
18	1.18	0.48	1.66	0.52	0.02	0.54
24	1.10	0.56	1.66	0.22	0	0.22

これによれば，褐色壜に貯蔵したものは，冷暗室に貯蔵したものと略々同様の変化を示したが，

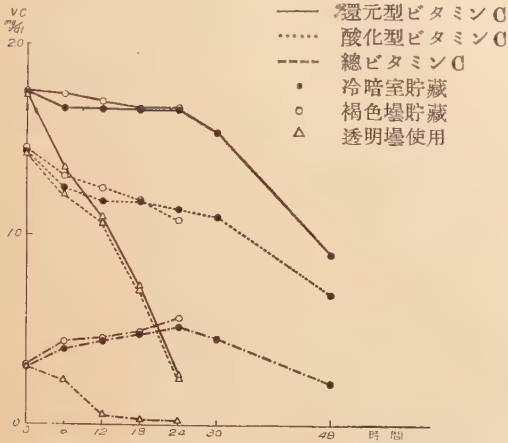
透明壜に入れたものは破壊の程度が著しく，24時間後には還元型ビタミンCが僅かに存在するに過ぎなかつた。即ち冷暗室貯蔵は，褐色壜中の貯蔵と略々同様の効果を有するものである。第2表及び第3表の結果をグラフで画くと次の図の様になる。

第1圖 貯藏中に於ける脱脂乳のビタミンの變化

Fig. 1 Change of vitamin C of skim milk in storation.

結　　語

以上の実験結果から，脱脂乳を比較的暗い部屋に冷しながら貯蔵するときは，ビタミンCの破壊は割合少いことが確められた。従つて犢飼育上，通常行われている脱脂乳の冷暗室貯蔵は，ビタミンCの保有については可成り有効なものということが出来る。

(1) 藤田，1942： ビタミン研究，2號，4.

(2) 宮脇・前野・三浦，1940： 日本學術協會報告，15卷，1號，95.

Résumé

When skim milk for the calf was stored in a cool and dark chamber, the destruction of vitamin C in it was relatively slight. Therefore, it seems to be fully suitable, in the point of maintaining vitamin C, to store skim milk in such manner.

北海道に飼養する牛乳の脂肪率とカロチン及びビタミン A 含量に關する研究 第1報

上月操一*　大原久友*　三股正年**　吉田則人**　高野信雄**

ON THE BUTTER FAT, CAROTENE AND VITAMIN A CONTENTS OF COW'S MILK IN HOKKAIDO. I

By Soichi KOZUKI, Hisatomo ÔHARA, Masatoshi MITSUMATA, Norito YOSHIDA and Nobuo TAKANO

緒　　言

家畜栄養上ビタミンAの意義がきわめて重大であることは，とくに最近の研究によつてますますその領域が拡がつてきていることでも分る。しかし，ビタミンA含量は飼料，家畜の体内諸器官，牛乳などにおける変動中もつとも大きいと考えられ，同じ牛乳でも各種の条件によつてその含量が異り[1]，しかもわが国においてはビタミンA含量に関する研究がきわめて少い現況である[2]。最近における研究によれば単に牛乳中のビタミンAの栄養価値のみならず，人工授精の研究とともに発展した精子の活性に及ぼすビタミンAの効果は高く評価せられている[3][4][5][6]。

したがつて諸外国とくに米国では乳牛に対するビタミンAの必要量[7]とか，飼養法とカロチン及びビタミンA含量の消長[8]，または犢の発育[9]，乳質との関係[10]，その他乳牛ばかりでなく豚乳[11]についても研究が進められている。とに角カロチン，ビタミンAは乳牛自身の栄養，生産物の栄養とともにきわめて関係が深く，しかもその変化が他のビタミン中もつとも大きく，さらにこれらのビタミンの溶存する脂肪率とも関係深いのは当然である。そこで著者等は北海道に飼養する乳牛の各種状態とくに飼養法，品種の特性間の関係を明かにするため，これらの諸要素に関する一連の研究を行つているが，本報告においてはその実験中2個の分のみを報告する。

實驗方法

北海道に飼養する乳牛の各品種並びに飼養法とカロチン，ビタミンA含量との関係を明かにするため，種々な乳牛飼養の状態におけるこれらの諸関係について実験を行つた。供試料はいずれも常法により細密な注意の下に採取し，牛乳の脂肪率測定は Babcock 法，ビタミンA，カロチン含量は藤田法により定量を行つた。

實驗結果及び考察

實驗 I

この実験は脂肪率を異にする乳牛の2品種，すなわちホルスタイン種，ゼルシー種の放牧期，舎飼期における牛乳中のカロチン含量，ビタミンA含量を比較するために行つたものであり，供試乳牛は帯広畜産大学乳牛舎に飼養するものである。而して同一地位における牧草地と野草地に各1週間づつ放牧し，その3日以後における混合試料について2分析を行つた。午前，午後とも各々3時間放牧を行い，その他の飼料としては生ビートパルプをホルスタイン種に9 kg，ゼルシー種に4 kg与えた。この放牧地植生は牧草放牧地においては赤クロバー 85 %，チモシー 10 %，その他5 %であり，このときのカロチン含量は（r %）は赤クロバー 430，チモシー 1,047 であり，全構成草種の含量は 522 である。而して採食量調査によると月

* 畜産部　** 同牧野研究室

量 61 kg を採食しているから，摂取カロチン含量は 18 mg となる。冬期間の飼料給与量はホルスタイン種に対してはサイレージ 24 kg，大豆 2.4 kg，ゼルシー種に対してはサイレージ 20 kg，大豆 2 kg である。その成績を示すと第1表の如くである。

第1表 放牧期，舎飼期における乳牛の牛乳中カロチン及びビタミンA含量

Table 1 Carotene and vitamin A contents of cow's milk duing grazing and stalling periods.

種類及び乳牛番號	供試乳牛の生年月日及び最近分娩月日	放牧期 放牧地植生	放牧期 調査月日	放牧期 カロチン r/100ml	放牧期 カロチン r/g脂肪	放牧期 脂肪率(%)	放牧期 乳量(kg)	舎飼期(昭和26年2月20日) カロチン r/100ml	舎飼期 カロチン r/g脂肪	舎飼期 ビタミンA I.U./100ml	舎飼期 ビタミンA I.U./g脂肪	舎飼期 脂肪率(%)	舎飼期 乳量(kg)
ホルスタイン 15號	1945年2月19日	野草	年月日 25.8. 7	94.4	32.5	2.90	13.2	16.0	5.6	99.0	34.7	2.85	7.8
	生 2 產分娩	牧草	8.14	96.0	31.4	3.05	13.5						
	1950年5月31日	野草	8.21	94.4	31.4	3,00	11.7						
		平均		94.9	32.7	2.95	12.8						
ホルスタイン 18號	1946年4月13日	牧草	8. 7	80.0	28.0	2.85	15.9	14.4	6.5	99.8	45.3	2.20	8.1
	生 2 產分娩	野草	8.14	80.0	34.7	2.30	13.3						
	1950年4月13日	牧草	8.21	68.8	24.5	2.80	14.3						
		平均		76.2	29.0	2.65	14.5						
ゼルシー1號	1939年2月25日	野草	8. 7	113.6	29.1	3.90	10.2	94.4	7.5	218.6	17.3	12.57	5.5
	生 5 產分娩	牧草	8.14	104.0	23.6	4.39	11.0						
	1950年3月5日	野草	8.21	104.0	25.0	4.15	9.5						
		平均		107.2	25.9	4.15	10.2						
ゼルシー20號	1946年5月29日	牧草	8. 7	96.0	22.9	4.18	10.5	46.4	6.7	173.3	25.2	6.85	3.5
	生 3 產分娩	野草	8.14	97.6	28.7	3.40	9.1						
	1950年7月18日	牧草	8.21	112.0	29.4	3.80	10.7						
		平均		101.5	27.0	3.76	10.1						
平均含量	全乳牛			94.9	28.6	3.37	11.9	42.8	6.6	196.9	30.6	7.11	6.0
	ホルスタイン種			85.5	30.8	2.80	13.6	15.2	6.0	99.4	40.0	2.52	7.9
	ゼルシー種			104.3	26.4	3.95	10.1	70.4	7.1	195.9	21.2	9.71	4.5
	8月上旬			96.0	28.1	3.61	12.4	—	—	—	—	—	—
	8月中旬			94.4	29.6	3.38	11.7	—	—	—	—	—	—
	8月下旬			94.8	27.6	3.58	11.5	—	—	—	—	—	—
	牧草			92.9	26.6	3.51	12.6	—	—	—	—	—	—
	野草			97.3	30.4	3.55	11.1	—	—	—	—	—	—

この表に示すように，品種間においてはゼルシー種の牛乳はホルスタイン種のものに比し，脂肪率の高いことは当然であるが，100 ml 中におけるカロチン，ビタミンA含量もゼルシー種のものに多い。しかし 1 g 中脂肪に対しては品種間差異よりもむしろ飼養差による影響が大である。つまり 1 g 脂肪量に対するカロチン含量は ホルスタイン種において放牧期では 30, 8 r であるが，舎飼期では 6.0 r，ゼルシー種においてはそれぞれ 26.4 r, 7.1 r となつている。以上のように夏季の放牧期と冬季の舎飼期間には著しく大きな変化が認められ，一般に牧野草類は他の飼料に比しカロチン含量が多大であるから，牛乳中におけるカロチン，ビタミンA含量はともに放牧期に多い。全供試乳牛平均においてカロチンの 100 ml 含量は 2.2 倍，1g 脂肪当含量は 4.3 倍である。すなわち夏のバター中には冬のものに比しカロチン含量も多くなつているのである。8 月における別品及び野草，牧草放牧地における差異はほとんど認められなかつた。しかしこの野草放牧地は野生化した牧草の生育が

著しいので，もしカロチン含量の異る草種が多ければその差異も大きいものと考えられ，加うるに試驗期間が短かつたのでカロチンの肝臓その体の臓器内貯蔵量による影響も考えねばならない。

實驗 II

この実験は十勝における大経営牧場である新田牧場の検定牛と不検定牛について行つた。当牧場は乳牛飼育における古い伝統と歴史を有し，常時おおむね 84 余頭を繫養し，模範的酪農経営農場である。今回は主として舎飼期におけるカロチン，ビタミンA含量を知ろうとして行つたものであり，第 1 回は昭和 25 年 12 月 4～5 日，第 2 回は昭和 26 年 2 月 2～3 日に亘つて行つた。なお供試乳牛における状態は次の如くである。

第2表　供試乳牛における概要　**Table 2**　Status of cows tested.

供試乳牛名	生年月日	産次	最近の分娩年月日	前泌乳期における平均能力 脂肪率(%)	前泌乳期における平均能力 乳量(kg)	今泌乳期における検定及び不検定別
	年 月 日		年 月 日			
ジョハナ・エンプレス	19.10.27	3	25. 5.14	3.34	19.73	検
マルシーズ・エンプレス	19. 7.20	3	25. 2. 7	3.31	16.13	不検
トリスター・アイドリース・エンプレス	21. 6.21	2	25. 2. 9	3.49	12.00	不検
ミドリメード・レークサイド	23. 6.18	1	26. 6.23	3.62	12.68	検
ポーテージ・レバービユー・レークサイド	23. 5.22	1	25. 9.10	3.42	12.30	検
メード・ポーテージ・アイドリーズ	18. 7. 1	4	25. 6.17	3.26	15.25	不検
ミドリメード・アイドリース	17.10.31	5	25. 7.20	3.54	14.08	不検
ミドリトリスター・ポーテージ・ユランサ	14.11. 6	6	25. 9.14	3.00	16.12	検
ケート・ポーリン・フエマール	20. 7.29	3	25. 3. 5	—	13.00	不検

なお飼養法は第 1 回の 12 月 4～5 日頃のものは基礎飼料としてサイレージ 20 kg, 乾草 5 kg, ビート 7～10 kg であるが，濃厚飼料は産乳能力に応じて適当量が与えられておる。本調査に当りては芝木牧場長，小島主任には多大の便宜を与えられ厚く謝意を表したい。その試験結果を示すと表 3 の如くである。

以上のように第 1 回と第 2 回とを比較すると第 2 回における含量の減少は舎飼時期の進むとともに飼料中の不足と体内貯蔵量の減少によるもので

第3表　舎飼期における乳牛の牛乳中カロチン，ビタミンA含量

Table 3　Carotene and vitamin A contents of cow's milk during stalling period.

供試乳牛名	第1回 カロチン r/100ml	第1回 カロチン r/g 脂肪	第1回 ビタミンA r/100ml	第1回 ビタミンA r/g 脂肪	第1回 脂肪率 (%)	第1回 乳量 (kg)	第2回 カロチン r/100ml	第2回 カロチン r/g 脂肪	第2回 ビタミンA r/100ml	第2回 ビタミンA r/g 脂肪	第2回 脂肪率 (%)	第2回 乳量 (kg)
ジョハナ・エンプレス	19.2	6.1	140.3	45.2	3.1	29.0	22.4	8.9	123.8	49.5	2.50	28
マルミーズ・エンプレス	24.0	7.7	148.5	47.9	3.1	16.0	20.8	7.5	115.5	42.0	2.75	15
トリスター・アイドリース・エンプレス	24.0	7.0	140.3	41.2	3.4	18.5	19.2	6.6	115.5	39.8	2.90	17
ミドリメード・レークサイド	20.8	8.6	140.3	58.4	2.4	23.0	24.0	9.4	132.0	51.7	2.55	22
ポーテージ・レバービユー・レークサイド	17.6	7.3	165.0	68.7	2.4	16.0	17.6	5.1	107.3	31.1	3,45	15
メード・ポーテージ・アイドリース	19.2	6.1	148.5	47.9	3.1	14.5	17.6	5.5	115.5	38.5	3.00	15
ミドリメード・アイドリース	32.0	11.4	232.3	82.9	2.8	17.0	16.0	5.0	107.3	33.5	3.20	16
ミドリ・トリスターポーテージ・ユランサ	32.0	11.0	203.3	70.1	2.9	22.0	25.6	10.2	140.3	56.1	2.50	21
ケート・ポーリン・フエマール	30.4	7.7	232.3	59.5	3.9	10.0	24.0	8.0	127.9	42.6	3.00	9
全供試乳牛平均	24.3 (100)	8.1 (100)	172.9 (100)	57.9 (100)	3.0 (100)	18.4 (100)	20.8 (85)	7.3 (90)	120.5 (70)	42.7 (74)	2.87 (96)	17.3 (94)
検定牛平均	22.4	8.2	162.2	60.6	2.7	22.5	22.4	8.4	125.8	47·1	2.75	21.5
不検定牛平均	25.9	7.9	180,3	55.9	3.2	15.2	19.5	6.5	116.3	39.3	2.97	14.0

備考　全供試乳牛平均の下欄の（　）内数字は第 1 回の含量を 100 とした比数である。

ある，とくにカロチン含量に比しビタミンA含量の影響が大であるのは体内におけるカロチンよりビタミンAえの転化によるものであろう。一般に本調査の場合のようなこの地方における舎飼期の飼料は放牧期に比し制限せられているが，牛乳中カロチン，ビタミンA含量がかなり多大であるのは放牧期間中における草類のカロチンが体内に蓄積せられていることと冬季基礎飼料におけるカロチン含量の比較的多いためと推定せられる。検定牛と不検定牛間には大差を認められないが，両者間には個体差のほかに産乳能力による飼養差が大きく左右するのである。第1回目の不検定牛中のカロチン，ビタミンA含量がともに検定牛に比し多いのはおそらく前者カロチン含量の多い草類の摂取量が多く，体内における貯蔵量の多いためであろう。脂肪率は個体の状態（遺伝能力，泌乳期，産乳量その他）に大いに影響するが，その1g 脂肪中のカロチン及びビタミンAは飼養の時期，方法に負うところが大である。

次に摂取飼料中のカロチン含量と牛乳中のそれとを比較すれば表4の如くである。これは1日給与量中のカロチン含量を定量した結果から求めたものである。

第4表 攝取飼料中カロチン竝びに牛乳中カロチン，ビタミンA含量

Tabel 4 Carotene content of fodder tested and carotene and vitamine A contents of cow's milk.

	第1回			第2回		
	飼料中カロチン (mg)	牛乳中 カロチン (r)	牛乳中 ビタミンA (I.U.)	飼料中カロチン (mg)	牛乳中 カロチン (r)	牛乳中 ビタミンA (I.U.)
検定牛	68.07 (353)	4650	30.668	29.24 (215)	4459	25.166
不検定牛	60.08 (318)	4224	31.076	27.99 (198)	4012	17.850

備考 （ ）内数字はカロチンの 100g 中 r 量を示す。

以上のように検定牛における摂取カロチン含量は不検定牛のものよりやや多いが，舎飼期の進むにしたがつて飼料の関係で漸減してくる。したがつて牛乳中の含量も少くなるのは当然である。そこで飼料中のカロチン含量と牛乳並びに体内貯蔵との他の量との相互関係を明かにすることが合理的な飼養上意義深いことである。

摘　要

著者等は北海道に飼養する乳牛の脂肪率とカロチン及びビタミンAに関する一連の研究を行つた。今回報告のホルスタイン種，ゼルシー種における放牧期と舎飼期間並びに大経営牧場で多数の純粋なホルスタイン種を飼養する舎飼期における乳牛の牛乳中カロチン及びビタミンA含量について実験を行つた結果を摘要すれば次の如くである。

1 品種間にはかなり偏差が大であり，一般にゼルシー種の牛乳中にはホルスタイン種のそれに比し脂肪率高く，カロチン，ビタミンA含量も大である。しかし，脂肪1g 当含量は品種間差異よりもむしろ飼養差による影響が大である。

2 夏季の放牧期の牛乳中には冬季の舎飼期のものに比し，カロチン，ビタミンA含量ともに多く，カロチンの 100 ml 含量は，2.2 倍，脂肪 1g 当含量は 4.3 倍である。

3 舎飼期においても期間の進むにしたがつてカロチン，ビタミンAともに漸減するが，これは主として飼料中の減少に因るものであり，その程度は産乳能力，体内貯蔵量その他の個体差によつて異るようである。

参考文獻

(1) Willstaedt, H. u. Torben, K., 1938: Über die quantitative chemische Bestimmung von Carotinoiden u. Vitamin A in Milch. J. Physiol. Chem., 253, 133-142.

(2) 津郷友吉, 1949: 牛乳の加工とビタミン（I）. 畜産の研究, 3, No. 1, 9-12.

(3) Hart, G. H., and Guilbert, H. R., 1933: Vitamin Deficiency as Related to Reproduction in Range Cattle, Calif. Agr. Expt. Sta., Bull. 560.

(4) Davis, R. E. and Madsen, L. L., 1941: Carotene and Vitamin A in Cattle Blood Plasma with Observations on Reproductive Performance at Restricted Levels of Carotene Intake. J. Nutrition, 21, 135-146.

(5) Sutton, T. S., Krauss, W. E. and Hansard, S. L., 1940: The Effect of Vitamin A

Deficiency on the Young Male Bovine. J. Dairy Sci., 23, 574.

(6) Erb, R. E., Andrews, F. N., Hange, S. M. and King, W. A., 1947: Observations on Vitamin A Deficiency in Young Dairy Bulls, J. Dairy Sci., 30, 687-702.

(7) Moore, L. A., Sykes, J. F., Jacobson. W. C. and Wiseman, H. G., 1949: Carotene Requirements for Guernsey and Jersey Calves as Determined by Spinal Fluid Pressure. J. Dairy Sci., 31, 533-538.

(8) Shaw, J. C., Moore, L. A. and Sykes, J. F., 1951: The Effect of Raw Soybeans on Blood Plasma Carotene and Vitamin A and Liver Vitamin A of Calves. J. Dairy Sci., 34, 176-180.

(9) Spielman, A. A., Eaton, H. D., Loosli, J. K. and Tusk, K. L., 1949: The Effect of Prepartum Vitamin A Supplementation on the Health and Performance of the Young, Calf. J. Dairy Sci., 32, 367-374.

(10) Vladimir, K., Frank, W. and Loosli J. K.,: Tocopherol, Carotinoid and Vitamin A Contents of the Milk Fat and the Resistance of Milk to the Development of Oxidized Flavors as Iufluenced by the Breed and Season. J. Dairy Sci., 33, 791-796, 1950,

(11) Bowland, J, P., Grummer, G. H., Phillips, P. H. and Bohstedt, G., 1949: Effect of Lactation and Ration on the Fat and Vitamin A Levels of Cow's Milk. J. Dairy Sci., 32, 22-2.

Résumé

A series of analyses was conducted to determine the milk fat, carotene and vitamin A contents of cow's milk in Hokkaido and to find out their interrelations.

The material was collected from a herd consisting of Holstein and Jersey cows during the grazing and stalling periods, respectively, of the year of 1950-1951, and also from another Holstein herd during the stalling period of the same year on a large scale dairy farm.

The following conclusions may be drawn from the results secured:

1. Significant differences were found between Holstein and Jersey milk, the former having generally higher milk fat, carotene and vitamin A contents than the latter. The carotene and vitamin A contents / 1 g fat were, however, found to be influenced more by feeding than by the breed difference.

2. The carotene and vitamin A contents during the grazing period in summer were higher than during the stalling period in winter. The carotene content/100 ml of the summer milk amounted on the average to 2.2 times, and the carotene content/1g fat of it to 4.3 times those of the winter milk.

3. During the stalling period, the carotene and vitamin A contents decreased gradually with the passage of time mainly due to their decline in the feed. The extent of such decreases appeared to depend on the milk yield, storage of carotene and vitamin A in the body, and some other individual factors involved.